



Arbeitsgruppe
Erdbeben und
Kulturgüter



Expertenbericht: Erdbeben und Kulturgüter

zur Erdbebenertüchtigung von immobilien
und mobilen Kulturgütern von nationaler
und internationaler Bedeutung auf dem
Gebiet der Schweizerischen Eidgenossen-
schaft

Auftraggeber:
Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS)

Ende Dezember 2004

SCHWEIZERISCHES KOMITEE FÜR KULTURGÜTERSCHUTZ
COMITÉ SUISSE DE LA PROTECTION DES BIENS CULTURELS
COMITATO SVIZZERO PER LA PROTEZIONE DEI BENI CULTURALI
COMITÉ SVIZZER PER LA PROTECZIUN DALS BAINS CULTURALS



Arbeitsgruppe
Erdbeben und
Kulturgüter



Alle Rechte vorbehalten

Copyright © 2004, Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS), Fachbereich Kulturgüterschutz (KGS)

Gestaltung: Corina Grütter, VZ VermögensZentrum, Zürich

Inhaltsverzeichnis

3	Vorwort	
4	Der Bericht in Kürze	
6	Einleitung	
	Auftrag des Bundesrates	6
	Ziel und Zweck des vorliegenden Berichtes	7
	Ausgangslage	7
10	Grundlagen	
	Zum Begriff «Kulturgut»	10
	Erdbebengefahr in der Schweiz	11
18	Problemerkennung	
	Immobilie Kulturgüter	18
	Mobile Kulturgüter	20
22	Problembewertung	
	Immobilie Kulturgüter	22
	Mobile Kulturgüter	24
28	Handlungsbedarf und Empfehlungen	
	Standardisierung von Sicherstellungsdokumentationen	28
	Überprüfung der Erdbebenertüchtigung von Baudenkmälern	28
	Aufbau einer Forschungsstelle	29
	Überprüfung und Umnutzung älterer Schutzräume	30
	Vorbereiten von Katastrophen- und Einsatzplänen	31
	Aufbau einer KGS-Spezialistengruppe Erdbeben	31
	Optimierung des Versicherungsschutzes	31
	Rechtsgrundlagen	32
35	Anträge und finanzielle Auswirkungen der Massnahmen	
	Finanzielle und personelle Auswirkungen der Massnahmen	36
37	Anhang	
	Glossar	37
	Literatur	40
	Rasterblatt BWG, Stufe 1	42
	Anpassung Rasterblatt BWG, Stufe 1, für Kulturgüter/Diagramm	43
	Liste der historischen Erdbeben mit Intensität VI oder grösser in der Schweiz	44
	Abbildungsnachweis	46
	Kurzvorstellung Arbeitsgruppe	47

Vorwort

Die Erdbebengefährdung wurde in der Schweiz lange unterschätzt, obwohl es in der Vergangenheit auch in unserem Land immer wieder solche Ereignisse gegeben hat. Dies mag daran liegen, dass uns vor allem die verheerenden Erdbeben in Ländern wie Japan, Algerien oder Italien in Erinnerung bleiben. Von den Auswirkungen solcher Ereignisse sind jeweils sowohl Menschen als auch Kulturgüter betroffen. Gerade letztere – seien es nun mobile oder immobile Kulturgüter – haben auch in der Schweiz immer wieder Schaden durch Erdbeben genommen. Nur liegen diese Ereignisse zeitlich nicht so nahe beieinander, als dass sie von der Bevölkerung als wirkliche Gefährdung wahrgenommen würden.

Es ist eine der wichtigen Aufgaben dieses Berichts, die durch Erdbeben bedingten Schäden in der Schweiz zu dokumentieren und, darauf basierend, konkrete Massnahmen für einen verbesserten Schutz für Kulturgüter vorzuschlagen.

Ein solcher Schutz kann nur im Zusammenwirken verschiedener Partner optimiert werden. Über den Bereich der Forschung, der Erdbebenertüchtigung von Gebäuden bis hin zur Erarbeitung standardisierter Sicherstellungsdokumentationen sowie zur Bewältigung eines Schadenereignisses ist die Zusammenarbeit von Fachleuten aus den Bereichen der Denkmalpflege, der Archäologie, der Museen, Bibliotheken und Archive – dann aber auch der Feuerwehr und des Zivilschutzes – unabdingbar.

Das schrittweise Umsetzen der vorgeschlagenen Massnahmen ist anzustreben, um unsere Kulturgüter auch kommenden Generationen erhalten und bewahren zu können. Möge dieser Bericht wichtige Schritte in diese Richtung auslösen.

Willi Scholl, Direktor des Bundesamtes für Bevölkerungsschutz

Der Bericht in Kürze

Im Umgang mit Erdbeben hat die Schweiz nur wenig Erfahrung. Zur Verminderung von Erdbebenrisiken fehlen die gesetzlichen Grundlagen und im Vergleich zu anderen Naturgefahren besteht bei der Erdbebenvorsorge dringender Handlungsbedarf. Der Bundesrat hat deshalb 2001 eine Koordinationsstelle Erdbebenvorsorge des Bundes (KSEV) beim Bundesamt für Wasser und Geologie (BWG) ernannt, die in mehreren Teilberichten die Möglichkeiten zum Schutz vor Erdbeben in der Schweiz untersucht. Einer dieser Themenbereiche betrifft die bedeutenden Kulturgüter, deren effektiver Wert versicherungstechnisch nur unzureichend beziffert werden kann. Der hohe symbolische Wert sowie die Tatsache, dass es sich bei Kulturgütern in der Regel um Unikate handelt, bedeuten bei einer Zerstörung solcher Objekte durch ein Erdbeben einen unwiederbringlichen Verlust. Kulturgüter sind für jedes Land identitätsstiftend.

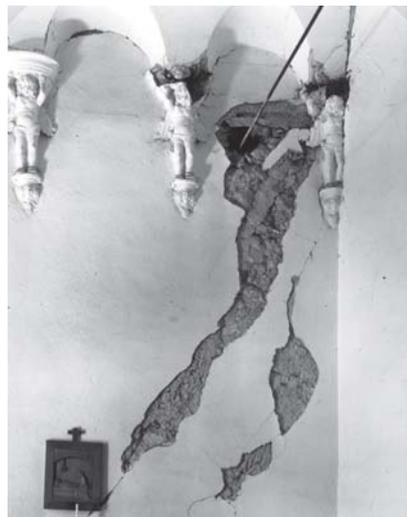
Bei «normalen» Bauten steht der Personenschutz im Vordergrund, während das Bauwerk selber grössere Schäden erleiden darf. Bei Kulturgütern hingegen geht es in erster Linie um einen umfassenden Schutz der Objekte.

Im Vordergrund des Berichtes stehen Vorschläge für Massnahmen zur Ertüchtigung und zum Schutze von Kulturgütern im Erdbebenfall. Es müssen aber auch alle anderen natur- und technikbedingten Gefahren in die Schutzüberlegungen einbezogen werden.

Abbildung 1

Erdbebenschäden in der Schweiz:

Kapelle St. Katharina, Kerns (OW). Schäden an der Seitenwand nach dem Erdbeben von 1964.



Ganz besonders ist der Vorsorge und der Schadensbewältigung sowie der Aus- und Weiterbildung von Fachleuten und Einsatzdiensten die notwendige Beachtung zu schenken.

Anmerkung: Sämtliche Fachausdrücke werden im Glossar (S. 37ff.) erläutert.

Der bauliche Eingriff zur Sicherung gegen Erdbebenschäden darf die substanzielle Integrität des Denkmals keinesfalls beeinträchtigen. Allfällige Massnahmen zur Erdbebenertüchtigung müssen unter Berücksichtigung internationaler Standards der Denkmalpflege und des Kulturgüterschutzes getroffen werden. Dabei ist auch das mobile Kulturgut einzubeziehen.

Es werden folgende Massnahmen beantragt:

- Anwendung der definierten Standards in den zukünftigen Sicherstellungsdokumentationen und Einsatzplänen.
- Überprüfung der mobilen und immobilen Kulturgüter von internationaler und nationaler Bedeutung auf ihre Erdbebengefährdung. Dabei wird mit jenen Objekten begonnen, die sich in den höheren Gefährdungszonen befinden.
- Einrichtung einer Stelle bei der EPFL/ETHZ bzw. bei deren Expert Center für Denkmalpflege zur Erdbebenerforschung, Erdbebenertüchtigung und zum Prüfen von Verfahren bei Kulturgütern.
- Aufbau einer KGS-Spezialistengruppe «Erdbeben und andere Naturkatastrophen» beim VBS, BABS, Fachbereich Kulturgüterschutz.
- Schaffen der notwendigen Rechtsgrundlagen, welche für die Umsetzung dieser Massnahmen noch fehlen. Das UVEK erstattet einen Bericht, insbesondere über die Anpassung von Verordnungen.
- Im Rahmen der Verordnung Elementarschadenversicherung soll die Möglichkeit geprüft werden, Kulturgüterschutzobjekte auf nationaler Ebene gegen Erdbebenschäden zu versichern.

Der vorliegende Bericht wurde durch eine Arbeitsgruppe bestehend aus folgenden Personen erstellt:

Vorsitz:

Dr. Hans Laupper, Landesarchivar und Landesbibliothekar des Kantons Glarus, Mitglied Schweizerisches Komitee für Kulturgüterschutz.

Mitglieder:

- Prof. Eugen Bruehwiler, Ecole Polytechnique Fédérale Lausanne EPFL (bis 2002)
- Rino Büchel, Chef KGS, Bundesamt für Bevölkerungsschutz
- Cécilie Gagnebin-Bang, Restauratorin, Mitglied Schweizerisches Komitee für Kulturgüterschutz (bis 2003)
- Dr. Olivier Lateltin, Leiter Sektion Geologische Risiken, Bundesamt für Wasser und Geologie
- Dr. Pierino Lestuzzi, Ecole Polytechnique Fédérale Lausanne EPFL (ab 2002)
- Hans Schüpbach, KGS, Bundesamt für Bevölkerungsschutz (Protokoll)
- Stefan Thurnherr, Managing Director, VZ Insurance Services AG, Zürich
- Dr. Thomas Wenk, Wenk Erdbebeningenieurwesen und Baudynamik GmbH, Zürich
- Ivo Zemp, Bundesamt für Kultur, Mitglied Schweizerisches Komitee für Kulturgüterschutz.

Die Arbeitsgruppe hatte sich am 29. August 2001 in Bern konstituiert.

Einleitung

Auftrag des Bundesrates¹

Im Jahre 1995 war im Auftrag des Bundesamtes für Zivilschutz (BZS) – heute: Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS) – die Studie «Katastrophen und Notlagen in der Schweiz» (KATANOS) erstellt worden. Diese Untersuchung gelangte zu folgendem Schluss:

Aus der Sicht des Bevölkerungsschutzes stellen Erdbeben das grösste Naturgefahrenrisiko in der Schweiz dar – grösser als jenes bei Hochwassern, Stürmen, Lawinen oder Erdbeben.

Diese Einschätzung berücksichtigt vor allem das hohe vorhandene Schadenpotenzial. Im Zusammenhang mit der menschlichen Besiedlung und Bautätigkeit hat ein grosser Bevölkerungswachstum und Wertezuwachs stattgefunden. Massiv ausgebaut wurden etwa auch die Bauten, Anlagen und Einrichtungen der öffentlichen Infrastruktur².

Gemäss Statistik der Schweizer Versicherer beträgt der Gesamtwert aller versicherten Gebäude rund 1'800 Milliarden Franken. Dazu kommen etwa 700 Milliarden Franken an Mobiliar. Ein Erdbeben mit Epizentrum in der Nähe von Basel und einer Magnitude von 6,9 (Annahmen wie beim Basler Erdbeben von 1356) dürfte heute 45 Milliarden Franken an Gebäude- und rund 15 Milliarden Franken an Mobiliarschäden auslösen³.

Im Umgang mit Erdbeben hat die Schweiz nur wenig Erfahrung. Zur Verminderung von Erdbebenrisiken fehlen die gesetzlichen Grundlagen und im Vergleich zu anderen Naturgefahren besteht bei der Erdbebenvorsorge dringender Handlungsbedarf. Der Bundesrat hat deshalb 2001 eine Koordinationsstelle Erdbebenvorsorge des Bundes (KSEV) beim Bundesamt für Wasser und Geologie (BWG) ernannt, die in mehreren Teilberichten die Möglichkeiten zum Schutz vor Erdbeben in der Schweiz untersucht. Einer dieser Themenbereiche betrifft die bedeutenden Kulturgüter, deren effektiver Wert versicherungstechnisch nur unzureichend beziffert werden kann. Der hohe symbolische Wert sowie die Tatsache, dass es sich bei Kulturgütern in der Regel um Unikate handelt, bedeuten bei einer Zerstörung solcher Objekte durch ein Erdbeben einen unwiederbringlichen Verlust. Kulturgüter sind für jedes Land identitätsstiftend.

Der Bundesrat hat aufgrund dieser Überlegungen der Abklärung der Erdbebenfrage die notwendige Gewichtung gegeben und sie ins Umfeld der neuen Gefahrenschutz-Gesetzgebung gestellt.

1 Bundesratsbeschluss vom 11. Dezember 2000: Erdbebenvorsorge. Massnahmen des Bundes für den Zeitraum 2001–2004.

2 BWG: Erdbebenvorsorge und Lifelines.

3 Schweizerische Rückversicherungs-Gesellschaft: «Versicherungsdeckungen sind heute unzureichend – Was, wenn in der Schweiz die Erde bebzt?», Zürich 2000.

Erfahrungen im Ausland:

Zwei Beispiele von Erdbeben in Nordalgerien (2003)



Ziel und Zweck des vorliegenden Berichtes

Eine Gesamtsicht zur Erdbebensicherheit für Kulturgüter ist in unserem Lande wegen der Vielfalt und der Komplexität der Objekte schwierig und existiert bisher nicht. Mit diesem Bericht soll ein wirksamerer und besserer Erdbebenschutz für Kulturgüter ermöglicht werden.

Ein wirksamer Schutz ist nicht von heute auf morgen erreichbar. Er bedarf eines längerfristigen Prozesses.

Im Vordergrund des Berichtes stehen Vorschläge für Massnahmen zur Ertüchtigung und zum Schutze von Kulturgütern im Erdbebenfall. Es müssen aber auch alle anderen natur- und technikbedingten Gefahren in die Schutzüberlegungen einbezogen werden. Ganz besonders ist den Belangen der Vorsorge, der Schadensbewältigung, des Wiederaufbaus oder der Restaurierung – und damit der Aus- und Weiterbildung von Fachleuten und Einsatzdiensten – die notwendige Beachtung zu schenken.

Ausgangslage

Die Schweiz besitzt ein reiches und vielfältiges kulturelles Erbe. Deshalb forderte das BWG das Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS)⁴ auf, gemäss dem Auftrag des Bundesrates in einem Teilbericht zu prüfen, welche Vorsorge und Massnahmen für bedeutende Kulturgüter für den Erdbebenfall zu treffen sind. Zu diesem Zweck wurde unter Einbezug des Schweizerischen Komitees für Kulturgüterschutz⁵ eine interdisziplinäre Arbeitsgruppe eingesetzt.

4 Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS), Fachbereich Kulturgüterschutz (KGS), Monbijoustrasse 51a, 3003 Bern.

5 Zum Schweizerischen Komitee, siehe Verordnung über den Schutz der Kulturgüter bei bewaffneten Konflikten (KGS-Verordnung) von 1984, Art. 32–34.

In erster Linie lösen Verluste von Menschenleben, aber auch die Zerstörung oder Beschädigung von Kulturgut, starke Emotionen aus. Kulturgüter sind Teil unserer Identität und bedürfen eines besonderen Schutzes. Diesem Anliegen tragen das «Haager Abkommen für den Schutz von Kulturgut bei bewaffneten Konflikten» von 1954⁶, dem 1962 auch die Schweiz beitrug, sowie das von ihr im Jahre 2004 ratifizierte «Zweite Protokoll» von 1999 Rechnung. Diese internationalen Konventionen fordern, dass die Signatarstaaten beim Festlegen von Schutzmassnahmen für den Fall eines bewaffneten Konflikts Rücksicht auf die Vielfalt der mobilen und immobilen Kulturgüter zu nehmen haben und sie auch vor anderen ausserordentlichen Ereignissen (z.B. Naturkatastrophen) schützen sollen. Als Grundlage für ihre Untersuchung diente der Arbeitsgruppe das «Schweizerische Inventar der Kulturgüter von nationaler und regionaler Bedeutung» (KGS-Inventar, Ausgabe 1995) mit seinen rund 1'600 Objekten von nationaler und ca. 8'000 von regionaler Bedeutung sowie weitere einschlägige Publikationen⁷.

Es wurden auch Berichte aus Italien und Griechenland – zwei Nationen mit grosser Erfahrung im Bereich Erdbeben und Kulturgüter – berücksichtigt. Diese enthielten in der Regel Ausführungen zur Baustruktur von Kulturdenkmälern und deren Verhalten im Erdbebenfall, jedoch kaum Aussagen zur Prävention, zu organisatorischen oder versicherungstechnischen Fragen. Weiter waren die praktischen Erfahrungen einer Tessiner KGS-Equipe von Nutzen, welche im November 2002 für einen Erdbebeneinsatz nach Süditalien (Campobasso) entsandt worden war, sowie die Ergebnisse einer von der Arbeitsgruppe angeregten Diplomarbeit⁸.

Bis vor wenigen Jahren kümmerte sich in der Schweiz kaum jemand um die Erdbebensicherheit privater oder öffentlicher Bauten. Erst seit 1970 gibt es in unserem Lande Bauvorschriften für die Erdbebensicherung. Deren Umsetzung in der Praxis blieb bisher unbefriedigend. Mit der Einsetzung der ausserparlamentarischen Kommission «Plattform Naturgefahren (PLANAT)» hat der Bundesrat 1996 seinen Willen zum Ausdruck gebracht, den Schutz vor Naturgefahren zu verbessern. 1998 reichte der Walliser Simon Epiney im Nationalrat die Motion «Erdbeben, vorsorgliche Massnahmen» ein, welche im Wesentlichen eine klare gesetzliche Grundlage für den Erdbebenschutz in unserem Lande fordert. Dieser Schutz sollte auch allen Kulturgütern zu Gute kommen, um künftige Schäden zu minimieren. Am 17. November 1999 hat der Bundesrat die Motion in ein Postulat umgewandelt.

Der Schutz von Kulturgütern im Erdbebenfall ist nur möglich, wenn alle am Erhaltungsziel interessierten Kräfte mitarbeiten (d.h. Behörden, Institutionen, Denkmalpflege, Kulturgüterschutz, Architekten, Bauingenieure und Private). Zielkonflikte müssen vor-

6 Das Haager Abkommen im Wortlaut (www.admin.ch/ch/d/sr/c0_520_3.html).

7 Dazu gehörten insbesondere der Bericht der Eidgenössischen Kommission für Denkmalpflege «Erdbebensicherheit bei Baudenkmälern» (2001), die Publikation der Schweizer Gesellschaft für Erdbeben-Ingenieurwesen und Baudynamik (SGEB) «Handlungsbedarf von Behörden, Hochschulen, Industrie und Privaten zur Erdbebensicherung der Bauwerke in der Schweiz» (1998), die «SIA-Dokumentation D 0150» sowie die SIA-Normen-Werke.

8 Carmenati, Francesco: Faktoren und Risikoanalyse sowie zu treffende vorsorgliche Schutzmassnahmen für mobile Kulturgüter in Archiven und Bibliotheken im Falle eines Erdbebens. Università degli Studi di Siena, Siena 2003.

gänglich ausdiskutiert werden, etwa bei der Frage, wie Massnahmen zur Erdbebenertüchtigung mit der Erhaltung historischer Bausubstanz in Übereinstimmung gebracht werden können. Eine ganzheitliche Sicht ist gefordert, nicht nur für den Erdbebenfall, sondern auch für andere Gefährdungen wie Wasser und Feuer. Es muss «eine risikobasierte Sicherheitsbeurteilung für Kulturgüter» gemacht werden, wobei in jedem Fall der integrale Erhalt eines originalen Kulturguts im Vordergrund zu stehen hat.

Der Auftrag, die Kulturgüter auf ihre Erdbebensicherheit hin zu prüfen, ist sehr komplex. Insbesondere wurden folgende Punkte einer vertieften Analyse unterzogen:

- Inventare, Checklisten, Vorschläge für eine einheitliche Einstufung der Kulturgüter in den nationalen Inventaren
- Beurteilung der Erdbebensicherheit von Kulturgütern
- Sicherstellungsdokumentationen und zugehörige Standards
- Aufbau und Aufgaben einer Forschungsstelle zur Erdbebenertüchtigung, Prüfverfahren, nationale Datenbank
- Aufgaben nach einem Schadenfall
- Aufbau einer KGS-Spezialistengruppe «Erdbebengefährdung»
- Versicherungs- und Rechtsfragen

Der Bericht sieht Empfehlungen vor, welche den Schutz von Kulturgütern im Erdbebenfall und bei anderen natur- und technikbedingten Gefahren entscheidend verbessern. Ganz besonders ist der Vorsorge und der Schadensbewältigung die notwendige Beachtung zu schenken.

Grundlagen

Zum Begriff «Kulturgut»

Ohne Vergangenheit
keine Zukunft

Unter dem Begriff «Kulturgut» lassen sich – neben den allgemein anerkannten Bau- und Kulturdenkmälern, historischen Stätten, archäologischen Grabungszonen und mobilen Gegenständen wie Bildern, Archivalien und Geräten – auch Industrie-Denkmäler, Bauten des Gewerbes und des Verkehrs subsumieren. Sie alle zeugen von der unersetzbaren Menge des kulturellen Erbes und widerspiegeln als materielle Spuren der menschlichen Gesellschaft das künstlerische Schaffen bis hin zu technischen Errungenschaften. Stellvertretend für die Vergangenheit bilden sie die Grundsteine des «kollektiven Gedächtnisses», dienen der Identitätsfindung, prägen unsere Gegenwart und erlauben Projektionen in die Zukunft.

Das Kulturgut stellt gewissermassen die «kulturelle Essenz» eines Landes dar, es ist ein Legat, das der Menschheit als Quelle der Forschung und als Erklärung ihrer eigenen Existenz dient.

Schutzziele:
Identitätsverlust
versus Menschen-
und Sachschäden

Bei «normalen» Bauten steht der Personenschutz im Vordergrund, während das Bauwerk selber grössere Schäden erleiden darf, solange es nicht einstürzt und keine Personen gefährdet. Bei Kulturgütern hingegen geht es in erster Linie um einen umfassenden Schutz der Objekte.

Die Kulturgüter sind gemäss ihrem «Wert» in Kategorien von internationaler, nationaler, regionaler und lokaler Bedeutung eingeteilt. Wichtige Kriterien, um diese Klassifizierungen vornehmen zu können, sind etwa der Seltenheitswert, die historische Bedeutung, die künstlerische und stilistische Qualität sowie Aspekte der Architektur, der Typologie, die wissenschaftliche oder volkskundliche Bedeutung. Es spielt dabei keine wesentliche Rolle, ob das Kulturgut unversehrt – d.h. in seiner Gesamtheit – erhalten oder nur noch Fragment des Ursprünglichen ist. Vielfach sind es gerade die geschichtlichen Spuren, die dem Kulturgut Patina, Authentizität und Originalität verleihen.

Damit dieses wichtige, von Menschen geschaffene Erbe kommenden Generationen zur Verfügung steht, ist es das erklärte Ziel des Kulturgüterschutzes, dem Kulturgut einen bestmöglichen Schutz vor Auswirkungen bewaffneter Konflikte oder Natur- und Umweltkatastrophen zu geben.

In der Schweiz stellen vor allem Naturkatastrophen oder Elementarschäden – im Ausnahmefall auch Diebstahl und/oder Vandalismus – ernsthafte Bedrohungen für das Kulturgut dar.

Erdbebengefahr in der Schweiz

Die Gefahr von Erdbeben in der Schweiz gilt im weltweiten Vergleich als gering bis mittel. Erhöht ist sie im Wallis, in der Region Basel, in der Zentralschweiz, im Engadin und im St. Galler Rheintal. Beben der Magnitude 5 (Stärke) sind in der Schweiz innerhalb von 10 Jahren, solche der Stärke 6 einmal innerhalb von 100 Jahren wahrscheinlich.

Für das schwere Erdbeben, welches im Jahre 1356 Basel erschütterte, wird eine Magnitude von 6,9 angenommen, was mit dem Erdbeben 2003 in Algerien vergleichbar ist. Schon ein deutlich weniger starkes Beben (ab Magnitude 5) könnte in unserem Lande beträchtliche Auswirkungen haben, weil die Bauwerke bei uns nicht gegen Erdbeben gesichert sind.

Ein Beben mit der Magnitude 5 bis 6 könnte im Umkreis von rund 25 Kilometern, ein solches mit der Magnitude 6 bis 7 im Umkreis von rund 60 Kilometern Auswirkungen haben.

Intensität versus Magnitude

Seit etwa 1935 wird die Stärke eines Erdbebens mit der Magnituden-Skala (auch Richter-Skala genannt) angegeben. Die Magnitude ist ein logarithmisches Mass für die im Erdbebenherd freigesetzte Energie und wird aus der maximalen Bodenbewegung berechnet. Es ist einfacher und schneller, die Richter-Magnitude (auch Lokal-Magnitude; in Abbildung 3 abgekürzt als ML bezeichnet) zu berechnen anstatt die Intensität.

Abbildung 3

Physikalische Messgrössen von Erdbeben

Die Parameter der Bodenbewegungen sind als Maximalbeträge aufzufassen und widerspiegeln nur annäherungsweise die wirklichen Verhältnisse. Der Zusammenhang zwischen Magnitude und den anderen Messgrössen ist von der Herdtiefe abhängig (für die Werte in der Tabelle wurde eine Herdtiefe von 10–15 km angenommen).

Stärke		Bodenbewegung			Auswirkungen	
Erdbeben-Klasse	M [ML]	Energie [Joule]	a [%g]	v [cm/s]	d [cm]	Epizentral-Intensität und maximale Wirkung (EMS-98)
sehr schwach	2	10^7	0,1	0,01		I nicht fühlbar
schwach	3	10^9			0,1	II kaum bemerkbar
						III schwach
leicht	4	10^{11}	1			IV deutlich
mittel	5	10^{13}	10		1	V stark
						VI leichte Schäden
stark	6	10^{15}	100	10	10	VII Gebäudeschäden
						VIII schwere Gebäudeschäden
schwer	7	10^{17}	100	100		IX zerstörend
						X sehr zerstörend
gross	8	10^{17}			100	XI verwüstend
						XII vollständig verwüstend

Abkürzungen:

M: Magnitude, a: Beschleunigung, v: Geschwindigkeit, d: Verschiebung, g: Erdbeschleunigung

Seit Mitte des 19. Jahrhunderts werden Erdbeben mit Hilfe von verschiedenen Intensitäts-Skalen und der Beschreibungen der beobachteten Auswirkungen bzw. Schäden systematisch klassifiziert. In Europa wurde 1998 die zwölfstufige EMS-98 Skala (European Macroseismic Scale) eingeführt, die 1998 durch die Europäische Seismologische Kommission empfohlen wurde und heute in den meisten europäischen Ländern einheitlich in Gebrauch ist. In der Praxis werden in Publikationen oft die Epizentral-Intensität und die maximal beobachtete Intensität gleichgesetzt.

Bisher in der Schweiz aufgetretene Erdbeben

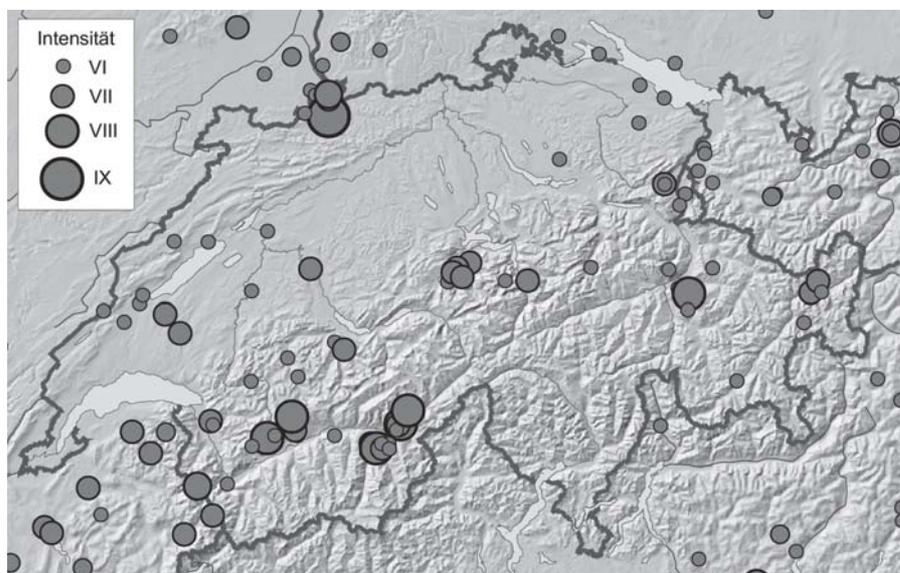
Der historische Erdbebenkatalog der Schweiz und die Makroseismische Datenbank waren seit 1978 nicht verbessert worden. Dies war der Grund für eine Revision, welche im Jahr 2002 im Rahmen des Projekts «Earthquake Catalogue of Switzerland and the related macroseismic database» (ECOS) des Schweizerischen Erdbebendienstes (SED) abgeschlossen wurde⁹.

Die Untersuchung erfolgte in einer historischen, einer makroseismischen und einer seismologischen Stufe.

Für die Erdbeben der letzten 1'000 Jahre mit Intensität VI oder grösser wurden alle historischen Informationen gesammelt und in Form von makroseismischen Feldern ausgewertet. Insgesamt wurden mehr als 600 Ereignisse durch historische Untersuchungen neu beurteilt. Von diesen erreichen in der Schweiz ca. 80 die Intensität von VI (siehe Tabelle im Anhang Seiten 44/45), die Schäden verursachen.

Abbildung 4

Erdbeben mit Intensität VI oder grösser in der Schweiz in den letzten 2000 Jahren



9 Fäh, D., Giardini, D., Bay, F., Bernardi, F., Braunmiller, J., Deichmann, N., Furrer, M., Gantner, L., Gisler, M., Isenegger, D., Jimenez, M.J., Kästli, P., Koglin, R., Masciadri, V., Rutz, M., Scheidegger, C., Schibler, R., Schorlemmer, D., Schwarz-Zanetti, G., Steimen, S., Sellami, S., Wiemer, S. & Wössner, J.: «Earthquakes Catalogue of Switzerland (ECOS) and the related macroseismic database», 2003; *Eclogae geol. Helv.* 96, 219–236.

In historischer Zeit traten in der Schweiz immer wieder kleinere und grössere Schadenbeben auf. Gemäss neuen paläoseismologischen Untersuchungen hat die Region Basel während der letzten 8'000 Jahren drei Ereignisse der Magnitude 6 oder mehr erlebt. Die Römerstadt Augusta Raurica wurde vermutlich um 250 n. Chr. durch ein Erdbeben zerstört. Am 18. Oktober 1356 erschütterte ein Erdbeben der Magnitude 6,9 Basel, welches die Stadt in Trümmer legte. Es war wohl das stärkste jemals in Mitteleuropa aufgetretene Ereignis dieser Art. Noch 8 Tage später wütete eine Feuersbrunst. Auch Dutzende von Burgen in der Umgebung stürzten ein. Vom Berner Münster soll sogar eine Säule gefallen sein und selbst noch im 300 Kilometer entfernten Burgund nahmen Stadtmauern Schaden. Der Chronist Sebastian Münster vermerkte 1546: «Es verfielen auch bey hundert Menschen»¹⁰.

Abbildung 5

Erdbeben von Basel am 18. Oktober 1356:

Grösstes historisches Beben in Nordeuropa



Vor gut 400 Jahren – im September 1601 – erschütterte ein starkes Erdbeben die Zentralschweiz (Unterwalden; Magnitude 6,2). Das Erdbeben von 1601 hatte dramatische Auswirkungen auf den Vierwaldstättersee, dessen Ufer und dessen Untergrund. Neben Felsstürzen von den umliegenden Hängen wurden unter Wasser die Abhänge des Seebeckens instabil und rutschten lawinenartig ab. An mehreren Stellen gab es Rutschungen, die Millionen Kubikmeter Schlamm mobilisierten. Diese Rutschungen erzeugten eine Welle im See, die über einen Meter hoch war und im 10-Minuten-Rhythmus hin und her schwappte. Quellen aus der Zeit berichten, dass die Wellenbewegung die Reuss in Luzern in den ersten Stunden nach dem Beben sechs Mal zurückfliessen liess, so dass «das Flussbett in der mond hellen Nacht sichtbar wurde».

Die Hauptquelle zum Beben von 1601 stammt von Luzerner Universalgelehrten Renward Cysat (1545–1614), der seine eigenen sowie fremde Beobachtungen in einem mehrseitigen Bericht festhielt. Der Ablauf des seismischen Geschehens am 18. September 1601 lässt

10 Münster, Sebastian: Cosmographie (S. 341), Basel 1545.

sich folgendermassen zusammenfassen: ungefähr um 1 Uhr 45 erschütterte ein Erdbeben grosse Teile der Schweiz, ein schwaches Nachbeben um 2 Uhr hingegen wurde in der Innerschweiz verspürt. Die Hauptschäden in der Stadt Luzern entstanden im Gebiet des Barfüsser-Klosters und lassen auf eine Intensität von VII schliessen. Gemäss Cysat war aber der Kanton Unterwalden noch stärker betroffen; dort wurden einige Gebäude gänzlich zerstört und die meisten Öfen beschädigt. Eine Kapelle in Stans sei von einer Rufe spurlos weggefegt worden, und auch die Kapelle von Oberrickenbach wurde völlig zerstört. Der Stadtarzt Burgauer von Schaffhausen hielt die Anzahl von 28 zerstörten Kaminen fest. Während ungefähr eines Jahres wurden in Luzern und Umgebung immer wieder leichte Nachbeben verspürt, wobei im Februar und Juli 1602 noch kleine Schäden entstanden.

Am 25. Juli 1855 bebte die Erde in St. Niklaus (VS). Den Hergang dieses Ereignisses belegen authentische Berichte von Augenzeugen: Aus dem Untergrund soll ein dumpfes, rollendes Geräusch ertönt sein, dann gab es einen ersten Schlag, gefolgt von einem starken Rütteln. Gegenstände rutschten herum, Deckenteile brachen ein und Risse entstanden am Mauerwerk. Menschen verliessen in Panik die Häuser. Staubwolken behinderten die Sicht. Mit lautem Krachen stürzten mächtige Felsblöcke zu Tale. Erst als der Staub sich setzte, waren die massiven Schäden des Bebens zu erkennen. Zwischen Visp und St. Niklaus war kaum ein Gebäude verschont geblieben. Zum Teil waren ganze Wände eingestürzt, der Kirchturm von Visp stand ohne Spitze da. Ein Kind war von einer einstürzenden Mauer erschlagen worden, Verletzte mussten über zusammengestürzte Felsmassen zu Tale getragen werden. In den folgenden Tagen richteten einige der unzähligen Nachstösse weitere Schäden an¹¹.

Abbildung 6

Erdbeben von 1855:

Schäden an der Kirche von Visp.

Lithografie von Christian Heusser, 1865 (in: Anton Gattlen: Druckgrafische Ortsansichten des Wallis, Bd. 2, Nr. 2464).



11 Deichmann, Nicolas und Fäh, Donat: Das nächste Erdbeben kommt bestimmt. Presseartikel des Schweizerischen Erdbebendienstes ETH, erstellt im Auftrag der Schweiz. Gesellschaft für Erdbebeningenieurwesen und Baudynamik (SGEB), Zürich 1999.

Die erwähnten Beben in der Schweiz mögen gegenüber Erdbeben in der Türkei und Italien noch harmlos erscheinen. Doch mit welchen Folgen wäre bei uns zu rechnen, wenn sich ein gleiches Beben jetzt in einem viel intensiver überbauten und bevölkerten Gebiet wiederholen würde? Die Schweizerische Rückversicherung hat sich mit dieser Frage eingehend beschäftigt. Sie ist dabei zum Schluss gekommen, dass heute allein die Gebäudeschäden mehrere Milliarden Franken ausmachen würden¹². Der Gesamtschaden inklusive Verluste an Einrichtungen, Infrastruktur, Bauten, Kulturgütern sowie den Folgekosten durch Todesfälle, Verletzungen, Produktionsausfälle und Umweltschäden wäre ein Vielfaches davon – Aufwendungen, die nach einem solchen Schadenfall von der Schweiz nicht ohne Weiteres verkraftet werden könnten.

Abbildung 7

Walliser Erdbeben von 1946:

Abgestürzte Gipsdecke in der Kirche von Chippis



Die spezifische Erdbebengefährdung von immobilien Kulturgütern zeigt sich exemplarisch am Beispiel der barocken Pfarrkirche St. Peter und Paul in Sarnen (OW). Das von Baumeister Franz Singer 1739–1742 als Hallenkirche geschaffene Gotteshaus wurde im Frühjahr 1964 durch ein starkes Erdbeben der Magnitude 5,7 in Mitleidenschaft gezogen. Die anschliessende statische Begutachtung¹³ stellte folgende wesentlichen Bauschäden fest: Risse in den drei grossen Gewölben des Kirchenschiffes und an der Fassade der Hauptfront mit ihren beiden Türmen. Die in Folge der Bauwerksdeformation aus-

12 Weidmann, Markus: Erdbeben in der Schweiz. In Zusammenarbeit mit dem Schweizerischen Erdbebendienst (S. 256–259), Chur 2002.

13 Pfister, Franz: Gutachten über den baulichen Zustand der Kirche (Pfarrkirche Sarnen) nach dem Erdbeben vom 17. Februar 1964.

gelösten Zerstörungen beschränkten sich zur Hauptsache auf das Innere (Risse am Hauptgewölbe) und auf die Ausstattung (partielle Ablösungen von Stuckaturen und Bildteilen) der Kirche. Dass bereits früher Massnahmen gegen die Rissbildungen im Hauptgewölbe getroffen wurden, dokumentierten die Zug- und Druckstangen im Kirchenschiff sowie die Zugbänder im Dachstuhl. Die Fundierung des Bauwerks auf Fels hatte sich im Erdbebenfall als positiv erwiesen, so dass keine gravierenden Setzungen befürchtet werden mussten.

Das Erdbeben von 1964 hatte zum Glück keine Personenschäden verursacht, obwohl bis zur zwangsweisen Schliessung der Kirche vereinzelt Stuck-Teile herunterstürzten. Die Schäden waren schliesslich derart störend, dass eine Sicherung der Gewölbe unumgänglich wurde. In den Jahren 1967–1970 wurde die gesamte Kirche umfassend restauriert.

Auf Grund der Erkenntnisse aus all diesen Ereignissen sind folgende Faktoren zu berücksichtigen:

Das Gefährdungspotenzial eines historischen Bauwerks im Erdbebenfall ist abhängig von vier grundsätzlichen Bedingungen: Standort, Baugrund, Bauweise und baulicher Zustand.

Schadenbild im Haupt- und Nebenschadenraum

Im Rahmen der Arbeitsgruppe «Einsatzkonzept für den Fall eines Erdbebens in der Schweiz» (NAZ, 2004) werden mit Hilfe der generischen Basis-Szenarien die Schadenbilder und die resultierenden Problembereiche bei Erdbeben dargestellt. Ein «worst case-Szenario» geht von einem Erdbeben mit Epizentrum in der Schweiz und einer Epizentral-Intensität von IX aus. Ein solches Ereignis ist vergleichbar mit dem Erdbeben in Basel von 1356 oder demjenigen in Kobe (Japan) von 1995. Nach einem solchen Erdbeben sind während rund eines Monats Nachbeben möglich. Diese können die Ereignisbewältigung stark beeinflussen. Weil sich das gesamte Schadengebiet auf einen Radius von rund 100 Kilometer ausdehnen kann, sind in grossen Teilen der Schweiz Schäden möglich. Das Schadengebiet lässt sich grob in einen (primären) Hauptschaden- und einen (sekundären) Nebenschadenraum unterteilen:

Schadenbild im Hauptschadenraum (Radius 15 km mit Intensität von IX)

In wenigen Sekunden stürzen bis zu 70 Prozent der Mauerwerksgebäude ein oder werden schwer beschädigt. Betonkonstruktionen halten hingegen besser stand. Praktisch alle Gebäude weisen ausgedehnte Schäden auf, die u.a. wegen Nachbeben vorläufig nicht bewohnbar sind. Diese Schäden fordern viele Opfer (Todesopfer, Verletzte, Verschüttete und Vermisste). Herabstürzendes Mauerwerk, einsturzgefährdete Gebäude usw. bilden eine latente Gefahr, die zusätzlich durch Nachbeben verstärkt wird. Im Siedlungsgebiet ist zudem mit zahlreichen Bränden, Explosionen und Freisetzungen von gefährlichen Stoffen (toxische Gase und Flüssigkeiten) zu rechnen, die unmittelbar nach dem Erdbeben eine weitere akute Gefährdung darstellen. Während Stunden bis Tagen ist die Wasser- und Energieversorgung sowie das öffentliche Telefonnetz überlastet oder unterbrochen. Die Übertragung von Radio- und Fernsehsendungen ist gestört oder ausgefallen.

Die Bevölkerung gerät in Panik und ist schockiert, hilflos und weitgehend auf sich selbst gestellt, da die Hilfe in der Anfangsphase nur langsam und mit zahlreichen Hindernissen anläuft. Wegen der Gefahr durch Nachbeben übernachteten die meisten Überlebenden während Tagen im Freien. Die grosse Zahl von zerstörten oder beschädigten Gebäuden

führt zu zahlreichen Obdachlosen. Rund 70'000 Personen werden langfristig obdachlos, da deren Wohnhäuser unbewohnbar sind. Über 100'000 Personen können erst wieder in ihre Wohnhäuser zurückkehren, nachdem die Gebäude auf Schäden inspiziert und freigegeben wurden. In hügeligen und alpinen Gebieten entstehen weitere Folgeschäden (Unterbruch der Verkehrsachsen usw.) infolge von Rutschungen, Murgänge oder Bergstürze. Es ist mit weiteren Sekundärereignissen wie See- oder Talsperrenüberschwappungen zu rechnen, wobei grössere Gebiete überflutet werden können.

Schadenbild im Nebenraum (Radius von 15 bis 100 km mit Intensität von VII bis VIII)

Im Nebenschadenraum stürzen während des Erdbebens einige Gebäude einfacher Bauart sowie Gebäude in schlechtem Zustand ein. Daneben sind bis zu 70 Prozent der Mauerwerksgebäude und bis zu 30 Prozent der Betonkonstruktionen beschädigt, so dass eine sofortige Rückkehr der Obdachlosen in Frage gestellt ist. An vielen Gebäuden stürzen Giebelteile, Dachgesimse oder Zwischenwände ein. Gut gebaute und verstärkte Gebäude sollten den Beanspruchungen standhalten. Die Schäden an Gebäuden fordern ebenfalls einzelne Verschtüttete, Todesopfer und Verletzte. Herabstürzendes Mauerwerk, einsturzgefährdete Gebäude usw. bilden eine latente Gefahr, die zusätzlich durch die Nachbeben verstärkt wird. Vereinzelt muss mit Bränden, Explosionen und Freisetzungen von gefährlichen Stoffen (toxische Gase und Flüssigkeiten) gerechnet werden, die eine weitere akute Gefährdung darstellen.

Rund 8'000 Personen werden wegen ihren unbewohnbaren Wohnungen oder Häuser langfristig obdachlos. Eine grosse Zahl von Personen kann erst wieder in ihre Wohnungen oder Häuser zurückkehren, nachdem die Gebäude auf Schäden inspiziert und freigegeben wurden. In hügeligen und alpinen Gebieten sind vereinzelt Folgeschäden infolge von Rutschungen, Murgängen oder Bergstürzen zu erwarten. Im schlimmsten Fall können derartige Sekundärereignisse zu See- oder Talsperrenüberschwappungen führen.

Sekundäre Einwirkungen durch Feuer und Wasser nach Erdbeben

Zu den Gefahren und Risiken, die mit einem Erdbeben verbunden sind, gehören oft auch massive Schädigungen des Kulturgutes durch Feuer und Wasser. Dazu gibt es genügend Beispiele aus jüngster Zeit¹⁴. Mit einer fachtechnisch richtigen Bergung, Trocknung und Wiederherstellung des geschädigten Materials können grosse Kosten eingespart werden. Leider kommt es oft vor, dass die ausgewiesenen Fachleute zu spät beigezogen werden und der entsprechende Raum für die Sicherung und Lagerung des beschädigten Kulturgutes nicht vorhanden ist. Die Beschädigungen in der ungesicherten Zwischenzeit können in der Folge stark zunehmen. Das kann zu einer Vervielfachung der Kosten und zu einem schlechteren Gesamtergebnis der Wiederinstandstellung der Materialien führen.

Für Objekte, welche Kulturgüter enthalten, sind für Schadenereignisse Einsatzpläne für die Alarm- und Rettungsorganisationen zu erstellen.

14 Gewaltiger Wasserschaden in der Zivilschutzanlage des Liechtensteinischen Gymnasiums in Vaduz (FL) 8./9.6.1985, Hochwasser in Brig (VS) 24.9.1993, Wasserleitungsdefekt im Schutzraum der Zentralbibliothek Zürich (ZH) 27.5.1994, Überschwemmung im Gemeindearchiv Reinach (AG) 4.11.1998, Feuersbrunst im Behördenarchiv Basel-Landschaft (BL) 1.8.1994, in der Berner Altstadt (BE) 30.1.1997, in der Bibliothèque universitaire von Lyon (F) 12.6.1999 oder im ZDF-Archiv Berlin (D) 22.8.1999.

Problemerkennung

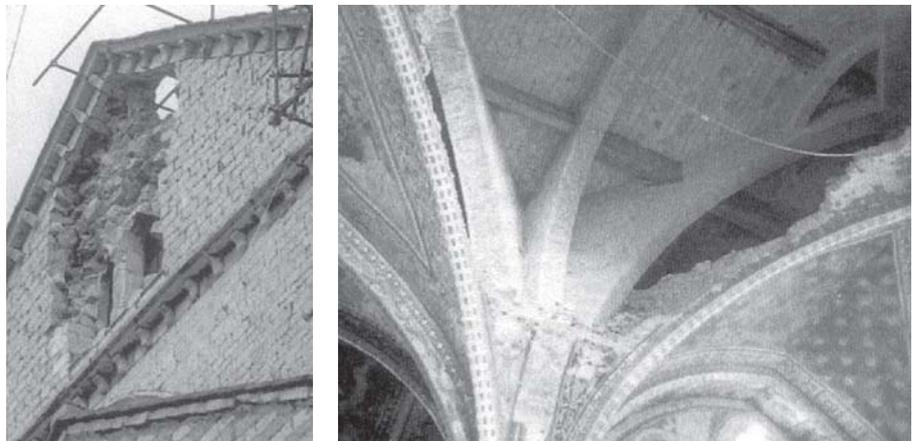
Immobilien Kulturgüter

Baudenkmäler werden immer wieder von Erdbeben betroffen – als Beispiel sei hier das mittelstarke Erdbeben von 1997 in Umbrien (Italien) genannt. Mit einer Magnitude von 5,8 wies es eine Erdbebenstärke auf, wie wir sie etwa alle 100 Jahre in der Schweiz erwarten müssen. Mehrere hundert Kirchen und Kapellen wurden in den Regionen Umbrie e Marche (Umbrien und Marken) beschädigt, darunter die berühmte Franziskus-Basilika in Assisi, wo Gewölbe einstürzten.

Abbildung 8

Erdbeben von 1997 in Umbrie e Marche:

Schäden an der Basilica San Francesco in Assisi



In Basel erinnern noch heute die Stahlklammern über der Galluspforte am Münster an die verheerenden Schäden des Erdbebens von 1356. Auch bei den Erdbeben von Visp 1855 und Sitten 1946 wurden unter anderem Kirchen stark beschädigt.

Im Vergleich zu anderen Bauten sind Baudenkmäler in besonderem Masse durch Erdbeben gefährdet. Die architektonische Gestaltung von Sakralbauten geht oft an die Grenzen der Bautechnik. Typische Konstruktionsweisen wie z.B. Gewölbe, Türme, hohe Wände usw. sind besonders anfällig für Schäden bei Erdbeben. Ferner werden an bevorzugten Standorten von historischen Bauwerken (z.B. auf Bergspitzen oder Hügelrücken) Erschütterungen bei Erdbeben infolge topographischer Effekte verstärkt, so dass dort mit stärkeren Schäden gerechnet werden muss. Die am meisten verbreitete Bauweise von historischen Bauten ist jene aus Mauerwerk. Natur- oder Backsteine weisen eine grosse Masse und eine geringe Zugfestigkeit auf. Beide Eigenschaften sind sehr ungünstig für das Verhalten des Baus bei Erdbeben und bewirken, dass bereits bei relativ schwachen Beben Schäden entstehen. Als Folge von Alterungsprozessen und bautechnischen Mängeln nimmt die Festigkeit der Baustoffe bei historischen Bauten ab und damit auch die Widerstandsfähigkeit gegen Erdbeben.

Sämtliche Baudenkmäler einer ganzen Region können bei einem sehr starken Erdbeben beschädigt oder sogar zerstört werden. Da keine Vorwarnzeit besteht, können auch keine kurzfristigen Vorsorgemassnahmen getroffen werden. Bauliche Vorkehrungen zum Schutz vor Erdbeben sind in der Schweiz erst seit 30 Jahren in den Baunormen vorgeschrieben. Praktisch alle immobilien Kulturgüter wurden vor dieser Zeit und folglich ohne irgendwelche Beachtung der Erdbebensicherheit gebaut.

Abbildung 9

Erdbeben von 1964:

Schäden an der Lourdes-Kapelle oberhalb von Sachseln (OW)



Aus den unterschiedlichen Schutzziele bei Baudenkmälern und bei «normalen» Bauten ergeben sich weitere Erkenntnisse für eine erdbebensichere Auslegung. Häufig ist bei Kulturgütern die durchschnittliche Personenbelegung im Vergleich mit jener in Wohnhäusern recht klein, so dass auch von der Risikobetrachtung her der Personenschutz bei Baudenkmälern weniger stark gewichtet werden kann.

Für «normale» Bauten sehen die Baunormen eine Wiederkehrperiode des Bemessungs-Erdbebens von rund 500 Jahren vor. Umgerechnet auf die Norm-Lebensdauer eines Bauwerkes von ca. 50 Jahren entspricht diese Wiederkehrperiode einer Wahrscheinlichkeit von 10 Prozent, dass das Bauwerk von einem noch stärkeren Erdbeben erfasst wird. Baudenkmäler müssen viel längere Zeiträume unbeschädigt überleben können, deshalb sind sie auf ein stärkeres Bemessungs-Erdbeben hin auszulegen.

Bei historischen Gebäuden können aufgrund der in der Vergangenheit überstandenen Erdbeben gewisse Folgerungen für die Erdbebensicherheit gezogen werden. Je älter das Gebäude ist und je geringfügiger die bisherigen Schäden durch Erdbeben sind, desto besser kann a priori das Erdbebenverhalten eingeschätzt werden. So können z.B. Baudenkmäler in Basel, die das Erdbeben von 1356 – ein tausendjähriges Ereignis – ohne nennenswerte Schäden überstanden haben, als genügend erdbebensicher eingestuft werden.

Mobile Kulturgüter

Für den Schutz wertvoller mobiler Kulturgüter sind wir auf jederzeit mögliche Gefahren, beispielsweise durch Erdbeben, nicht ausreichend vorbereitet. Das gilt vor allem auch für Sammlungen und Bestände in Museen, Archiven und Bibliotheken. Die Defizite liegen oft im administrativen Bereich: mangelnde Klärung und Bekanntmachung der Zuständigkeiten, fehlendes Zusammenspiel der verschiedenen Ämter und Einrichtungen, ungeklärte Kompetenzen, fehlende Einsatzplanung, mangelnde Vorkehrungen und Übungen für Rettungs- und Bergungsmassnahmen sowie Nichtvorhandensein von Ausrüstungen für den Notfall usw. Für den Katastrophenfall besteht ausserdem vielfach kein echtes Problembewusstsein, weil solche Ereignisse bei uns relativ selten sind.

Bei der Verletzbarkeit von mobilen Kulturgütern geht es um die Frage, wie anfällig sie auf Bodenbewegungen bei einem Erdbeben amplifiziert durch das Schwingverhalten des Gebäudes reagieren. Die Verletzbarkeit ist dann gross, wenn

- die Bauwerke, die mobiles Kulturgut enthalten, nach keinen (oder nur nach veralteten) Erdbeben-Baunormen erstellt wurden,
- sie mit ungünstigen Materialien (z.B. unbewehrtes Mauerwerk) gebaut wurden,
- die mobilen Kulturgüter ungenügend befestigt sind und umstürzen oder herunterfallen können,
- es in Archiven, Bibliotheken, Museen oder in anderen Bauten mit bedeutendem Kulturgut keine entsprechenden Schutzvorkehrungen (z.B. Kulturgüterschutzräume) gibt.

Historisch wertvolle Bauten beinhalten meist auch viele mobile Kulturgüter. Bei Erdbeben sind solche Gebäude stärker gefährdet. Gerade das Erdbeben vom September 1997 in Umbrien hat gezeigt, dass die grössten Schäden an mobilem Kulturgut durch den Einsturz von Dächern, Türmen und Mauern verursacht werden. Nicht zu unterschätzen sind dabei auch witterungsbedingte Schädigungen an ungeschütztem Kulturgut (durch Hitze, Kälte, Regen, Schnee) oder Verluste durch Vandalismus und Diebstahl. Weitere Beeinträchtigungen können auch entstehen, wenn eine Evakuierung der mobilen Kulturgüter aus der Gefährdungzone durch Nachbeben oft erschwert oder gar verunmöglicht wird.

Bei Erdbeben entstehen oft auch Schäden an Installationen, die Explosionen, Brände und Wassereinträge zur Folge haben können. Schlecht konzipierte und vor allem unzureichend verankerte Einrichtungen sowie ungenügend gesicherte Behältnisse können schon bei geringen Beben zu grossen Schäden an mobilem Kulturgut führen. Vom Direktor der «Biblioteca Comunale di Fabriano» in Florenz wissen wir, dass seine Bibliothek in einem gemauerten Gebäude aus dem 16. Jahrhundert das verheerende Erdbeben von 1997 nur deshalb fast unbeschadet überstanden hat, weil von 1959 bis 1965 in den Magazinen entscheidende Schutzmassnahmen zur Erdbebensicherheit getroffen worden waren. Man hatte u.a. die Bücherregale verstrebt und in den Wänden fest verankert.

Um die vielen mobilen Kulturgüter in Archiven, Bibliotheken und Museen nachhaltiger gegen Erdbeben schützen zu können, ist das Wissen um das Verhalten solcher Objekte im Katastrophenfall hilfreich und ausserordentlich wichtig. Vitrinen, Statuen, Möbel usw.

Folgeschäden nach einem Erdbeben:

Ein Archiv ohne entsprechende Schutzvorkehrungen



sollen nicht schon bei geringsten Schüttelbewegungen umstürzen, Bücher nicht aus den Regalen herunterfallen und andere bewegliche Kulturgüter nicht durch Pressionen oder Abstürze beschädigt werden.

Nicht näher untersucht wurden von der Arbeitsgruppe aus Zeit- und Prioritätsgründen die Auswirkungen von Erdbeben auf mobile Kulturgüter im öffentlichen Raum (Brunnen, Denkmäler, Bildstöcke usw.) sowie auf elektronische Datenverarbeitungssysteme und digitale Datenträger.

Problembewertung

Immobilien Kulturgüter

In der Schweiz sind bisher keine spezifischen Präventionsmassnahmen gegen die Auswirkungen eines Erdbebens auf Bau- und Kulturdenkmäler getroffen worden. Es besteht deshalb ein Nachholbedarf in der Verbesserung der Erdbebensicherheit. Die Erdbebenertüchtigung von immobilien Kulturgütern stellt eine aussergewöhnlich anspruchsvolle Ingenieuraufgabe dar; sie ist wesentlich anspruchsvoller als die Erdbebenertüchtigung eines bestehenden «normalen» Gebäudes und erst recht als die Erdbebensicherung bei einem Neubau.

Bei der Beurteilung eines Bau- oder Kulturdenkmals spielen wichtige interdisziplinäre Aspekte aus den Bereichen Architektur, Kunstgeschichte, Sicherung/Konservierung/Restaurierung, Denkmalpflege und Werkstoffwissenschaften eine Rolle. Klassische Denkmäler wie Kirchen sind sowohl als Bauten, die zur Aufnahme von Personen erstellt wurden, als auch als integrale Kunstwerke zu verstehen. Barocke Kultbauten beispielsweise enthalten – abgesehen von der rein konstruktiven Hülle – eine Fülle von Stukkaturen, Malereien und künstlerischen Ausstattungsteilen wie Altäre und Figuren. Hinzu kommen mobile Kulturgüter in Sakristeien und Depots, die häufig unsachgerecht gelagert oder nur schlecht gegen die Auswirkungen eines Erdbebens gesichert sind. Der bauliche Eingriff zur Sicherung gegen Erdbebenschäden darf die substanzielle Integrität des Denkmals keinesfalls beeinträchtigen. Allfällige Massnahmen zur Erdbebenertüchtigung müssen unter Berücksichtigung der Charta von Venedig (1964)¹⁵, die als Grundlage für den Umgang mit historischer Bausubstanz allgemein anerkannt ist, getroffen werden.

Die Erdbebenertüchtigung aller bedeutenden immobilien Bauwerke auf ein genügendes Sicherheitsniveau zu bringen, ist eine sehr aufwändige Massnahme, die nur langfristig zu erreichen ist. Kurz- bis mittelfristig sollten folgende Ziele ins Auge gefasst werden:

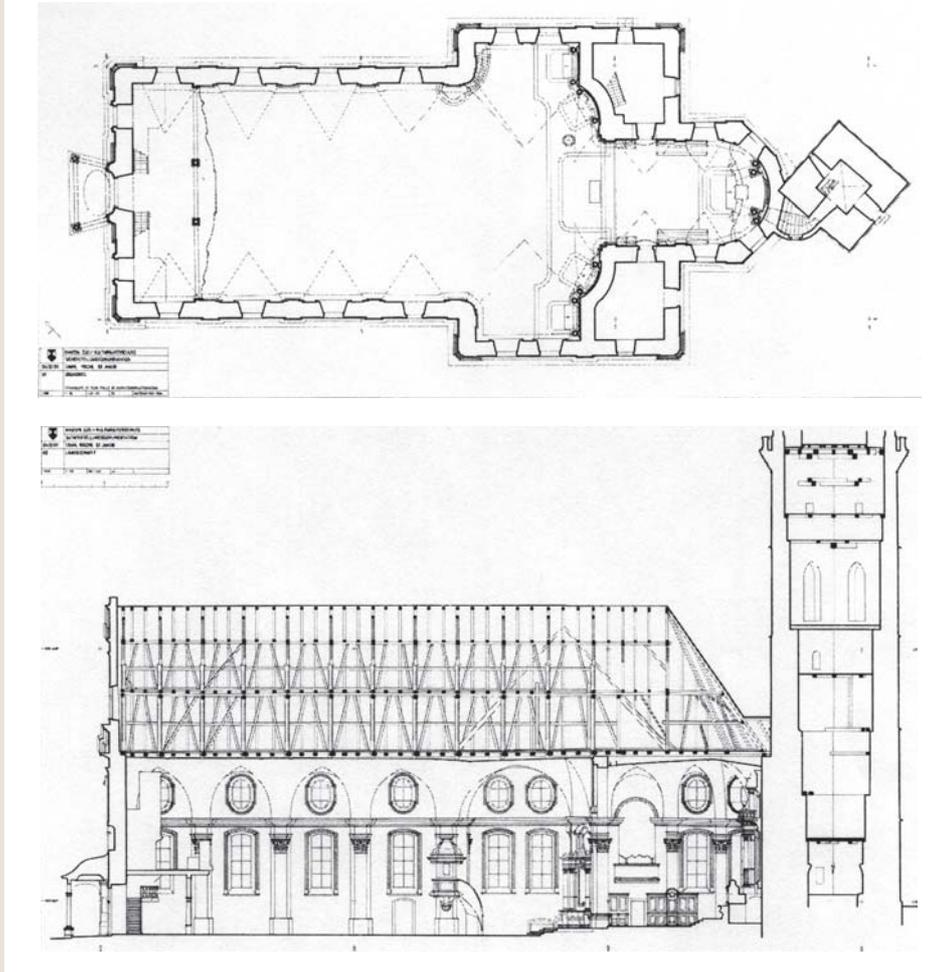
- Erarbeiten von ausreichenden Sicherstellungsdokumentationen nach festgelegten Standards
- Beurteilung der Erdbebensicherheit (vgl. S. 24/25)
- Erdbebenertüchtigung von Einzelobjekten gemäss Prioritäten
- Überprüfung präventiver Sicherheitsmassnahmen

Auch bei der Katastrophenvorsorge sollten die spezifischen Aspekte des Kulturgüterschutzes nach einem Schadenereignis besser einbezogen werden. Die Einsatzkonzepte für Sicherungsmassnahmen an beschädigten Kulturgütern sind gezielt auf die Problematik Erdbeben (unter Berücksichtigung der Gefahr von Nachbeben) vorzubereiten.

¹⁵ Die Charta von Venedig (im Internet z.B. unter <http://www.pons-asini.de/Denkmalpflege/Charta.html>) ist eine von Architektur und Denkmalpflege akzeptierte und verabschiedete internationale Grundlage, die den Umgang mit historischer Bausubstanz regelt.

Sicherstellungsdokumentation für immobile Kulturgüter:

Grundriss und Längsschnitt der Kirche St. Jakob in Cham (ZG).

**Sicherstellungs-
dokumentation**

Die Sicherstellungsdokumentation für Bauwerke dient der Prävention. Sie bietet im Falle einer Zerstörung wichtige Entscheidungsgrundlagen für die zuständigen Fachleute anhand von Textdokumenten, archäologischen Untersuchungsberichten, Plänen, Fotos sowie eines Inventars der beweglichen Kulturgüter. Im Schadenfall können aufgrund der Sicherstellungsdokumentation einzelne Teile eines Gebäudes, das ganze Bauwerk oder auch beschädigte mobile Kulturgüter wiederhergestellt werden (vgl. hierzu auch Kapitel «Standardisierung von Sicherstellungsdokumentationen» auf S. 28).

Bis zum heutigen Zeitpunkt wurden erst für rund 5 Prozent der Objekte (ca. 450) im Schweizerischen KGS-Inventar (A- und B-Objekte) Sicherstellungsdokumentationen erarbeitet.

Aus Gründen der Sicherheit sind die Daten nicht nur elektronisch, sondern auch auf konventionellen Datenträgern (Papier, Mikrofilm usw.) abzulegen. Von Innenräumen braucht es zum Beispiel mindestens zwei diagonale Aufnahmen, damit sämtliche Objekte im Bild erscheinen. Unbeschriftete, nicht identifizierbare Fotos nützen nichts. Farbfotos mit Farbkeil für spezielle Fälle können sehr sinnvoll sein, zum Beispiel für die Restaurierung von Malereien, Stukkaturen usw.

Bericht zur Sicherstellung und Erdbebenertüchtigung von Baudenkmalern

Im Mittelpunkt des Berichts¹⁶ standen die Überprüfung der Sicherstellungsdokumentationen, die Definition von Dokumentationsstandards und die Anwendbarkeit der statischen Kurzdiagnose. Als Musterbeispiele wurden je vier Sakralbauten (Pfarrkirche St. Peter und Paul, Sarnen; Kirche Mariä Himmelfahrt, Saas Balen; Kathedrale Saint-Nicolas, Fribourg; Abteikirche, Payerne) sowie Profanbauten (Parlamentsgebäude, Bern; Schloss Prangins; Haus zum Kirschgarten, Basel; Bauernhaus Grosshostett, Kerns-St. Niklausen) bestimmt. Die Bauten wurden so gewählt, dass sie dem Wunsch nach Vielfaltigkeit bezüglich Bautypen und -weisen, unterschiedlicher Erdbebengefährdungszonen und Erfahrungswerten aus früheren Erdbeben gerecht wurden.

Aus den Unterlagen ergeben sich folgende Erkenntnisse:

- Es ist unbedingt erforderlich, dass die Einstufung von Objekten in den verschiedenen Bundesinventaren vereinheitlicht wird.
- Es besteht grosser Handlungsbedarf bei Sicherstellungsdokumentationen. Die Dokumentationen der einzelnen, unterschiedlichen Objekte waren entweder auf individuellem Niveau angelegt oder fehlten ganz. Eine Vereinheitlichung und Systematisierung des Inhalts einer Sicherstellungsdokumentation im Sinne einer allgemein gültigen Checkliste ist anzustreben. Ein gesamtschweizerischer Konsens ist dabei notwendig (Denkmalpflege/KGS/andere Bundesstellen).
- Es fehlen verbindliche Standards und Normen für Sicherstellungsdokumentationen (zum Beispiel ein einheitlicher Massstab, Vorgaben für Fotodokumentationen usw.). Anzustreben ist insbesondere eine alterungsbeständige Dokumentation, die stets weiter geführt werden kann. Sie sollte eine genaue Bestandsaufnahme nach definierten Vorgaben der Denkmalpflege und des Kulturgüterschutzes umfassen. Sie hat auch alle bekannten Daten (Geschichte, Planung, Konservierung, Restaurierung usw.) sowie bisherige Vorkehrungen für den Katastrophenfall zu enthalten.
- Es fehlen zu einzelnen Objektbereiche zudem verbindliche Musterdokumentationen von unterschiedlichen Gebäudetypen (Bauernhaus, Kathedrale usw.) oder von beweglichem Kulturgut. Weiter muss analog zum BWG-Erfassungsblatt (Checkliste) der Erdbebengefährdung für Bauwerke auch ein solches zur raschen Einschätzung von Gefährdungen von mobilem Kulturgut, insbesondere für Sammlungen in Museen, Archiven und Bibliotheken, geschaffen werden.

Beurteilung der Erdbebensicherheit von bestehenden Kulturgütern

Das BWG entwickelte zur raschen Beurteilung der Erdbebensicherheit von «normalen» Bauten ein Rasterblatt (siehe Anhang S.42). Anhand dieses Blattes wurde die Erdbebenertüchtigung aus Sicht des Ingenieurs auch auf die Anwendbarkeit für Kulturgüter bei Erdbeben überprüft. Bei der Stufe 1 der BWG-Methodik wird das gesamte mit der Naturgefahr «Erdbeben» verbundene Risiko mit einer globalen Risikokennzahl abgeschätzt, welche sowohl Personen- als auch Gebäude- und weitere Sachschäden einbezieht. Die Überprüfung zeigte, dass diese Methode grundsätzlich auch für Kulturdenkmäler gelten kann, sofern man bei profanen oder sakralen Bauten zur Ermittlung der

¹⁶ Strasser, Beat: Sicherstellung und Erdbebenertüchtigung von Baudenkmalern. Anforderungen an Sicherstellungsdokumentationen vom 14. Mai 2003, Bern 2003. Der Bericht wurde im Auftrag des Bundesamtes für Bevölkerungsschutz (BABS), Fachbereich Kulturgüterschutz (KGS), erstellt.

Risikokennzahl den materiellen und kulturellen Wert sowie die Erdbebenverletzbarkeit stärker berücksichtigt. Zwecks Weiterentwicklung der BWG-Methodik wurde deshalb zusätzlich die Kathedrale Saint-Nicolas in Freiburg untersucht. Die Ergebnisse dieser Untersuchung zeigten, dass die erhaltene Risikokennzahl primär vom Gebäudewert und von den eher ungünstigen Fundationsverhältnissen abhängig ist. Dazu kommt noch die wichtige Skalierung für die Erdbebengefährdungszone. Andere Faktoren wie zum Beispiel die Personenbelegung, die Bauweise sowie die Charakteristiken des horizontalen Aussteifungssystems, die bei normalen Gebäuden eine wichtige Rolle spielen, führen bei historischen Kirchen nur zu kleinen Unterschieden, da die betreffenden Faktoren einerseits minimal und andererseits praktisch bei allen Kirchen identisch sind. Geht man aber davon aus, dass die Fundationen von historischen Gebäuden häufig als eher schlecht einzustufen sind, weil man früher keine durchgehend steifen Untergeschosse gebaut und das Fundationsniveau oft ungünstig hoch gewählt hat, dann bleibt als Hauptfaktor der Risikokennzahl nur noch der Gebäudewert (inklusive Inhalt) übrig; d.h. das Schadensausmass wird zu stark vom Gebäudewert und nicht vom möglichen Ausmass der Gefährdung des Kulturgutes dominiert.

Die Untersuchungsergebnisse und die Diskussion ergaben, dass das vorliegende BWG-Erfassungsblatt für eine präzisere Beurteilung spezieller Kulturdenkmäler – insbesondere für Kirchen – angepasst werden muss (das KGS-Inventar enthält ca. 400 Kirchen). Für diese Gebäude drängt sich ein eigenes Erfassungsblatt auf¹⁷. Die Arbeitsgruppe kam zum Schluss, dass bei der Zerstörung eines Kulturdenkmals im Falle eines Erdbebens der Identitätsverlust immer schmerzlich ist. Der kulturelle Wert aufgrund der Einstufung (national, regional, lokal) darf deshalb im Erfassungsblatt nur aus Informationsgründen, nicht aber als beeinflussender Rechenwert berücksichtigt werden (vgl. hierzu Musterblätter und Diagramm im Anhang ab S. 42).

Mobile Kulturgüter

Auch für mobile Kulturgüter, die bisher in der Erdbebenfrage kaum in Betracht gezogen wurden, sollen bessere Schutzmassnahmen ergriffen werden.

Erdbeben stellen für die Gemeinschaft erst dann einen Verlust dar, wenn dadurch die gesellschaftliche Infrastruktur und insbesondere Gebäude samt Inhalt in Mitleidenschaft gezogen werden. Um ein durch ein solches Ereignis allfällig ausgelöstes Schadensausmass besser beurteilen zu können, ist die Inventarisierung der historisch wertvollen Bauten und auch der sich darin befindenden mobilen Kulturgüter notwendig.

Die Bewältigung einer Erdbebenkatastrophe besteht aus einer vernetzten Abfolge von Aktivitäten, welche unter erschwerten Bedingungen durchgeführt werden müssen und die wegen ihrer Komplexität und ihres Ausmasses vorgängig kaum real im Massstab 1:1 geübt werden können. Es liegt somit auf der Hand, dass Schutzvorkehrungen getroffen sein sollten, bevor ein solches Ereignis überhaupt eintritt.

17 Adaption des BWG-Rasterblattes für die spezifische Bewertung von Kulturgütern (vgl. Anhang ab S. 42).

Das kulturelle Erbe der Schweiz umfasst nicht nur Bauwerke, sondern auch Kunstwerke sowie schriftliche Zeugnisse kirchlicher oder weltlicher Herkunft. Diese Denkmäler stellen einen sehr hohen kulturellen Wert dar, der in Zahlen kaum messbar ist. Um solche Güter vor Erdbeben schützen zu können, benötigt man als Grundlage ein Inventar, einen Katastrophenplan und ein Einsatzkonzept.

- Das Inventar dokumentiert die einzelnen Objekte,
- der Katastrophenplan vermittelt einen Gesamtüberblick über Gefährdungen und Massnahmen,
- und der Einsatzplan gibt den möglichen Funktionsablauf für Rettungsmassnahmen vor. Letzterer besteht aus einer Normendokumentation, aus Checklisten mit personellen und logistischen Angaben sowie aus der Beschreibung der örtlichen Begebenheiten.

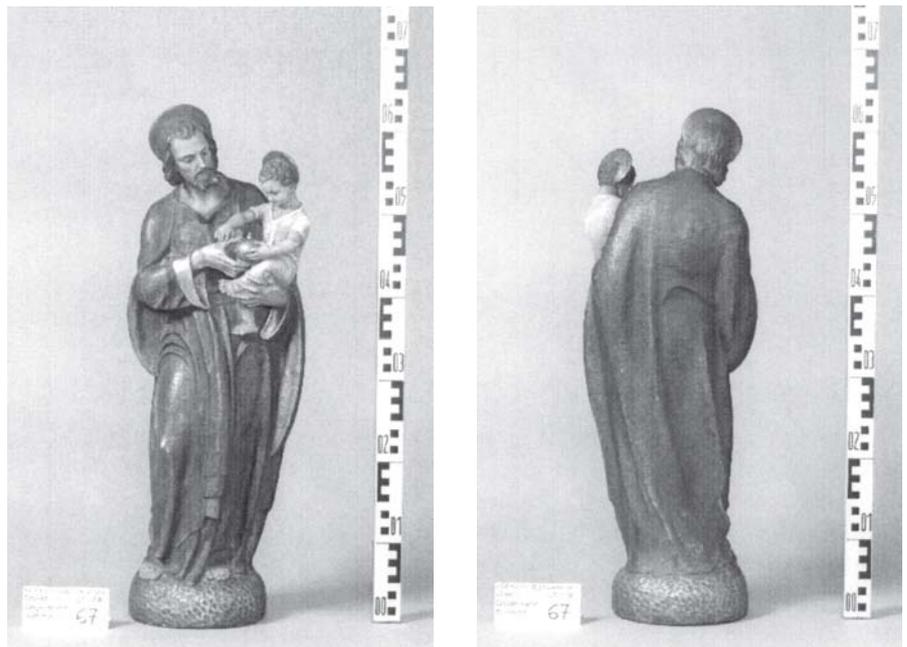
Diese Elemente zusammen bilden die Grundlage für einen zielgerichteten Rettungseinsatz.

Eine Umfrage in Schweizer Museen hat gezeigt, dass bei Gefahrenerkhebungen ein Erdbebenfall bisher kaum ernsthaft in Betracht gezogen wurde. Gefährdet sind dabei nicht nur Ausstellungsgegenstände, die aufgehängt bzw. aufgestellt sind oder in Vitrinen liegen. Vor allem dem in Depots eingelagerten mobilen Kulturgut kommt oft nicht die notwendige Beachtung zu. Es gilt zu bedenken, dass in der Regel 80 Prozent des Museumsgutes nicht in der Ausstellung gezeigt werden, sondern eingelagert sind. Diese Mehrheit der Museumsstücke sind bei unsachgemässer Lagerung im Falle eines Erdbebens äusserst gefährdet. In diesem Bereich besteht ein nicht zu unterschätzendes Risiko und daher ein dringender Handlungsbedarf.

Abbildung 12

Sicherstellungsdokumentation für mobile Kulturgüter:

Fotografische Aufnahme mit Objektbezeichnung, Laufnummer, Massstab



Ein Besuch im Depot des Schweizerischen Landesmuseums in Affoltern am Albis hat dem Schweizerischen Komitee für Kulturgüterschutz ein solches denkbares Szenario drastisch vor Augen geführt. Ähnliche Bilder zeigen sich in Kirchen, Bibliotheken und Archiven. Die dort eingelagerten Kulturgüter sind vor Erdbeben kaum geschützt. Man weiss nicht, ob sie bei einem solchen Ereignis so schwer beschädigt würden, dass sie der Nachwelt für immer verloren gehen würden. Um diesen Zustand verbessern zu können, muss in den kommenden Jahren die gesamte Erdbebenproblematik im Bereich der mobilen und immobilien Kulturgüter vertieft überprüft werden. Wo entsprechende Vorkehrungen nicht vorhanden sind, müssen Lücken geschlossen und Rechtsgrundlagen geschaffen werden.

Ein entsprechender Schutz ist erst dann erreicht, wenn

- nicht erdbebensichere Bauwerke, die auch mobile Kulturgüter enthalten, angemessen erdbebenertüchtigt sind;
- die Eigenschaften des Untergrundes bei Neu- und Umbauten berücksichtigt werden;
- bewegliches Kulturgut richtig gelagert und gegen Erdbeben genügend gesichert ist;
- das zuständige Fachpersonal eines Objektes, die Polizei, Wehrdienste sowie die Sanität auf solche Katastrophen vorbereitet sind;
- die Bevölkerung weiss, wie sie sich während und nach einem Erdbeben bezüglich des Kulturgutes verhalten soll.

Erdbebenschäden können nur dadurch verringert werden, wenn die Verletzbarkeit der Objekte samt zugehörigem Gebäude reduziert wird.

Als wirksame Massnahme zur Lagerung von beweglichem Kulturgut haben sich Kulturgüterschutzräume erwiesen, die in den vergangenen dreissig Jahren gebaut wurden. Diese Räumlichkeiten dienen schon heute als Depotstandorte für bedeutendes bewegliches Kulturgut. In der Schweiz gibt es rund 280 solche Anlagen mit einem Gesamtvolumen von über 200'000 m³. Deren Bauweise ist auf einen bewaffneten Konflikt ausgerichtet und bewährt sich auch im Erdbebenfall. Leider verfügen nicht alle Staatsarchive, Kantonsbibliotheken, Museen und Klöster mit bedeutendem Kulturgut über solche geschützte Depots.

Im Zuge der laufenden Reform des Zivilschutzes werden weitere Bauten des Zivilschutzes für anderweitige Verwendung frei. Sofern der Standort und die Erreichbarkeit solcher Zivilschutzbauten den Anforderungen des Kulturgüterschutzes genügen, können Umnutzungen ins Auge gefasst werden. Da diese Bauten ursprünglich nicht für die Lagerung von Kulturgut vorgesehen waren, weisen sie allerdings Schwächen auf (z.B. wasserführende Leitungen).

Handlungsbedarf und Empfehlungen

Standardisierung von Sicherstellungsdokumentationen

Die Kulturgüterschutz-Sicherstellungsdokumentationen sind unterschiedlich aufgebaut.

Empfehlung für Standards von Sicherstellungsdokumentationen

Sicherstellungsdokumentationen sollen standardisiert werden. Sie müssen die folgenden sieben Teile zwingend enthalten:

1. Inhaltsverzeichnis
2. Plandokumentation (Vermessung, Bauaufnahmen, Konstruktionspläne usw.)
3. Photodokumentation (Ist-Zustand, historische Dokumente)
4. Textdokumentation (Restaurierungsberichte, bautechnische Angaben, Quellen usw.)
5. Archäologiedokumentation
6. Dokumentation mobiles Kulturgut (Inventare usw.)
7. Anhang (Mikrofilme usw.)

Bedeutung, Art, Grösse und Komplexität eines Kulturgüterschutz-Objektes entscheiden über dessen Dokumentationsumfang. Bei Kirchen, Klöstern, Repräsentationsbauten, Schlössern usw. lassen sich in der Regel sämtliche Teilbereiche dokumentieren, bei Bibliotheken, Archiven, Sammlungen usw. nur die Teilbereiche 6 und 7.

Die Erarbeitung von Kulturgüterschutz-Sicherstellungsdokumentationen ist eine aufwändige und anspruchsvolle Arbeit, welche geplant und systematisch erarbeitet werden muss. Grundsätzlich kann bei allen Objekten immer in gleicher Weise vorgegangen werden. Ein entsprechendes Musterbeispiel für Ordnungssystem, Plan-, Foto-, Text-, Archäologiedokumentation sowie Dokumentation des beweglichen Kulturgutes wurde vom Teilbereich KGS im BABS in Auftrag gegeben¹⁸.

Überprüfung der Erdbebenertüchtigung von Baudenkmalern

Immobilien Kulturgüter und Bauten, die mobiles Kulturgut enthalten, sind auf Erdbebensicherheit zu überprüfen.

¹⁸ Stadlin, Daniel: Sicherstellungsdokumentation. Guidelines Nr. 2, BABS, KGS, Bern 2004.

Empfehlung für Ertüchtigungen, Restaurierungen

Um die Erdbebensicherheit von internationalen und nationalen Baudenkmälern auf schweizerischem Territorium zu verbessern, sollen diese Objekte auf ihre Erdbebensicherheit hin überprüft werden, sobald sie einer Restaurierung unterzogen und mit Mitteln des Bundes subventioniert werden. Die Überprüfung beinhaltet:

- Inventaraufnahme Rasterblatt
- Sicherstellungsdokumentation

Es ist damit zu rechnen, dass in der Schweiz pro Jahr etwa 25–30 Restaurierungsobjekte einer solchen Prüfung unterzogen würden. Die hierfür notwendigen Mehrausgaben lassen sich durch den massiv verbesserten Erdbebenschutz rechtfertigen.

Das Prüfverfahren liefert zudem auch Erkenntnisse, um Erdbebenertüchtigungsmassnahmen zum Beispiel bei ähnlichen Bauten kostengünstiger vornehmen zu können. Denkbar ist die Erstellung einer Sammlung von Musterbeispielen, welche in analogen Fällen immer wieder gebraucht werden könnte (z.B. Konstruktionen von Deckengewölben, Säulen usw.). Auch eine wirtschaftliche Nutzung ist denkbar.

Empfehlung für Neubauten

Neue Gebäude müssen für die Anforderungen der Bauwerksklasse III oder II der SIA-Normen auf Erdbeben ausgelegt werden. Die mobilen Kulturgüter sind erdbebensicher zu befestigen.

Für Gebäude, welche neu errichtet werden, um bedeutendes Kulturgut aufzunehmen (Museen, Archive, Depotstandorte usw.), sind ebenfalls ein Rasterblatt und eine Sicherstellungsdokumentation anzufertigen.

Aufbau einer Forschungsstelle

Die fachliche Beratung im Kulturgüterschutz ist durch den Fachbereich KGS im BABS gewährleistet. Eine technische Institution für die Beurteilung der Erdbebensicherheit von Kulturgütern fehlt jedoch.

Empfehlung für Forschung und Entwicklung

Um die Aufgaben im Bereich Erdbeben und Kulturgüter wahrnehmen zu können, ist die Einrichtung eines Forschungs- bzw. Kompetenzzentrums notwendig. Es ist in Form einer Forschungsstelle einzurichten. Sie wird von einer Person betreut, welche zugleich als Sekretär eines Experten-Kollegiums tätig ist.

Die Forschungsstelle soll folgende Aufgaben übernehmen:

- Erforschung und Lieferung von Grundlagen zur Erdbebenertüchtigung von Kulturgütern
- Definition der Anforderungen für die Erdbebensicherheit von mobilen und immobilen Kulturgütern (Standards) und Verfolgen der internationalen Entwicklung auf diesem Gebiet
- Mitwirkung in internationalen Forschungsprogrammen und Zusammenarbeit mit dem Schweizerischen Komitee für Kulturgüterschutz (Kontakt und Anlaufstelle: Bereich KGS, BABS), in welchem sämtliche Fachverbände vertreten sind
- Erarbeitung von Musterlösungen für gängige Bautypen in Bezug auf Erdbebenüberprüfung und Sanierungsmassnahmen in Zusammenarbeit mit der Koordinationsstelle Erdbebenvorsorge des Bundes (KSEV) beim Bundesamt für Wasser und Geologie (BWG)
- Im Rahmen des Baueingabeverfahrens Begleitung aller Sanierungsarbeiten an vom Bund subventionierten immobilen Kulturgütern – inklusive bundeseigene Bauten – von internationaler und nationaler Bedeutung in Zusammenarbeit mit der KESV
- Organisation von Projektarbeiten mit Studierenden der FH/ETH und Erstellung von Schulungsunterlagen
- Enge Zusammenarbeit mit den betroffenen kulturellen Partnern im Bereich Informations- und Öffentlichkeitsarbeit sowie Organisation von Tagungen und Kolloquien in Absprache mit dem Bereich KGS im BABS, mit der KESV beim BWG sowie mit Fachverbänden

Überprüfung und Umnutzung älterer Schutzräume

Ein Neubau von Kulturgüterschutzräumen kommt aus finanziellen Gründen nur noch für grössere Archive, Bibliotheken, Museen oder Klöster in Frage. Handlungsbedarf besteht deshalb vor allem bei Umnutzungen von bisherigen Personenschutzbauten für den Kulturgüterschutz.

Empfehlung für Schutzräume

- Schutzräume für Kulturgut sollten auf ihre Erdbebensicherheit und Zugänglichkeit hin überprüft werden.
- Insbesondere sind Schwachstellen wie Gefährdungen durch Wasser, Feuer, Gas, elektrische Anlagen, Heizungen usw. ausfindig zu machen und zu eliminieren. Dies gilt allgemein für sämtliche Schutzräume, besonders zu beachten sind aber Bauten, die für die Einlagerung von Objekten mit speziellen Klimabedingungen vorgesehen sind.
- Zentrale Schutzräume für spezielle Materialien.

Gefährliches Material etwa ist in Kulturgüterschutzräumen getrennt vom übrigen Kulturgut aufzubewahren. Der ab ca. 1900 bis in die Mitte der 1950er-Jahre hergestellte Nitrozellulose-Film beispielsweise bedeutet eine Gefahr für alle Archive. Dieses Material besteht zu einem Grossteil aus Zellulosenitrat und ist chemisch vergleichbar mit Schiess-

baumwolle. Es birgt mit seiner extrem niedrigen Entzündungstemperatur von nur 38° Celsius eine grosse Gefahr. Solches Filmmaterial gehört in speziell dafür ausgebaute Räume. Um beim Kulturgüterschutzraumbau inskünftig Kosten einsparen zu können, sollten solche Filme für die ganze Schweiz zentral – und nicht wie bis anhin in jedem einzelnen Archiv oder Museum – eingelagert werden. In Frage kämen hier etwa das Schweizerische Filmarchiv Lausanne oder das Fotomuseum Winterthur.

Vorbereiten von Katastrophen- und Einsatzplänen

Der Fachbereich KGS im BABS hat gemeinsam mit der Feuerwehrinspektorenkonferenz und der Regierungskonferenz für die Koordination des Feuerwehresens ein Einsatzkonzept ausgearbeitet.

Empfehlung für Einsatzkonzepte

Dieses Einsatzkonzept soll allen Besitzerinnen und Besitzer von internationalem und nationalem Kulturgut auf schweizerischem Territorium als mustergültige Richtlinie dienen. Katastrophenpläne sind für nationales und internationales Kulturgut als vor-dringlichste Präventionsmassnahme zu propagieren.

Um bei Katastrophen (Brände, Erdbeben usw.) möglichst rasch Zugangswege schaffen zu können, werden während der Rettungsphase beschädigte oder eingestürzte Bauten oft ohne Rücksicht auf einen allfälligen kulturellen Wert vollständig eingerissen oder weggeräumt. Um zu verhindern, dass Kulturgüter durch solche Aktionen einer zusätzlichen Gefahr ausgesetzt werden, sollen die Standorte von Kultur- und Baudenkmalern in den Einsatzplänen deutlich eingetragen sein.

Aufbau einer KGS-Spezialistengruppe Erdbeben

Bei grösseren Naturkatastrophen, insbesondere nach Erdbeben, fehlen vielfach Kulturgüterschutz-Spezialisten vor Ort.

Empfehlung für praktische KGS-Einsätze vor Ort

Zur Verminderung von Folgeschäden am Kulturgut vor Ort ist der Aufbau einer KGS-Spezialistengruppe – analog zum Fachpersonal im Rahmen der humanitären Hilfe – zu erwägen. Diese Fachleute könnten im Notfall auch für Einsätze im Ausland beigezogen werden. Lösungen sind in Absprache mit betroffenen Partnern (zum Beispiel DEZA, SGEB) zu suchen.

Optimierung des Versicherungsschutzes

In letzter Konsequenz muss auch die Frage nach einer finanziellen Bewältigung eines Erdbebenschadens an Kulturgütern gestellt und geklärt werden. Erdbeben sind – neben

vulkanischen Eruptionen – die einzigen in der Schweiz vorkommenden Elementarereignisse, die von der Verordnung über die Elementarschadenversicherung ausgenommen sind¹⁹. Einzig im Kanton Zürich existiert seit dem 1. Januar 2001 für Gebäude – und damit für immobile Kulturgüter – ein verbindlicher Versicherungsschutz über 1 Milliarde Franken für die Bewältigung von Erdbebenschäden²⁰.

Die übrigen 18 kantonalen Gebäudeversicherer haben sich in dem seit 1978 existierenden Schweizerischen Pool für Erdbebendeckung zusammengeschlossen. Dieser Pool erbringt im Fall eines Erdbebens freiwillige Leistungen. Zurzeit stehen dafür je Schadenereignis 2 Milliarden Franken zur Verfügung. Bei einem zweiten Ereignis im selben Jahr würde die gleiche Deckung nochmals erbracht. In den Kantonen, in denen private Gebäudeversicherer die Feuer- und Elementarschadendeckung übernehmen²¹, steht ein Fonds von 200 Millionen Franken für freiwillige Entschädigungen nach einem Erdbeben bereit. Dieser Betrag wird erbracht von der IG Erdbeben, welche aus 24 Versicherungsgesellschaften besteht.

Empfehlung für Versicherungsdeckung

Es ist daher anzustreben, dass eine nationale Versicherungspflicht für das Erdbebenrisiko eingeführt wird. Damit wird die finanzielle Bewältigung eines Erdbebenschadens auch an Kulturgütern sichergestellt, was nach einem Grossereignis mangels Mitteln und Prioritäten zur Zeit fraglich erscheint.

Ein solcher Versicherungsschutz kann auch als verbindliches Anreizsystem ausgestaltet werden, indem ein umfassender Versicherungsschutz erst nach einer definierten Erdbebensanierung des Kulturgutes gewährt wird. Damit kann die bis heute unverbindliche Erdbebensanierung gefördert werden. Studien der Swiss RE²² aus dem Jahre 2000 widerlegen die These, wonach Erdbebenrisiken in der Schweiz nicht versicherbar sind.

Rechtsgrundlagen

Der Bund verfügt nur in einigen wenigen Sachbereichen über die Kompetenz zum Erlass von Baurecht. Es handelt sich dabei um öffentliche Werke (Art. 81 BV), Kernenergieanlagen (Art. 90 BV), Stauanlagen (Art. 76 BV), Eisen- und Seilbahnen sowie Flughäfen (Art. 87 BV), Rohrleitungen (Art. 91 BV) und Nationalstrassen (Art. 83 BV), also im Wesentlichen um Einrichtungen (Netze) der öffentlichen Infrastruktur. Für Kernenergie- und Stauanlagen bestehen seit längerer Zeit Vorschriften hinsichtlich Erdbebensicherheit,

19 Verordnung über die Elementarschadenversicherung Artikel 3c, gestützt auf Artikel 38a Absatz 4 des VAG.

20 Versicherungsobligatorium gemäss Gesetz über die Gebäudeversicherung im Kt. ZH, §21.

21 Kantone, welche keine staatliche Kantonale Gebäudeversicherung haben: Genf, Uri, Schwyz, Tessin, Appenzell-Innerrhoden, Wallis, Obwalden. Zusätzlich betrifft dies auch das Fürstentum Liechtenstein und die Enklaven Büsingen und Campione.

22 Schmid, E. und Schraft, R.: Studie Schweizerische Rückversicherungs-Gesellschaft, Zürich; «Versicherungsdeckungen sind heute unzureichend – Was, wenn in der Schweiz die Erde bebzt?»; In: Weidmann, Markus: Erdbeben in der Schweiz (S. 259), Chur 2002.

die von den Aufsichtsbehörden auch angewendet und durchgesetzt werden. In den anderen Bereichen fehlen derzeit spezifische Regeln. Am 29. Mai 2000 hat das UVEK als Sofortmassnahme in einer Weisung an die Ämter angeordnet, dass nur noch Bauten und Anlagen durch das UVEK genehmigt oder subventioniert werden, bei deren Projektierung das jeweils geltende einschlägige Normenwerk zur Erdbebensicherung eingehalten wird.

Seitens des Kulturgüterschutzes bestimmt Artikel 3 der Haager Konvention von 1954 die Sicherung von Kulturgut in Friedenszeiten gegen die vorhersehbaren Auswirkungen eines militärischen Konfliktes. In Artikel 5 von der Schweiz im Juli 2004 ratifizierten Zweiten Protokolls (1999) zu dieser Konvention werden explizit «Vorbereitungsmassnahmen zur Sicherung des Kulturguts» gefordert, nämlich «die Erstellung von Verzeichnissen, die Planung von Notfallmassnahmen zum Schutz gegen Feuer oder Gebäudeeinsturz, die Vorbereitung der Verlagerung von beweglichem Kulturgut oder die Bereitstellung von angemessenem Schutz dieses Gutes an Ort und Stelle und die Bezeichnung von für die Sicherung des Kulturguts zuständigen Behörden». Mögliche Massnahmen zur Sicherung von Kulturgut gegen Auswirkungen eines bewaffneten Konfliktes werden auch im Bundesgesetz über den Schutz der Kulturgüter bei bewaffneten Konflikten vom 6. Oktober 1966 (Kulturgüterschutzgesetz KGS, SR 520.3) aufgeführt (Art. 2 Abs.2, Art. 5, Art. 7 und Art. 10–15), ebenso in der dazugehörigen Verordnung vom 17. Oktober 1984 (Kulturgüterschutzverordnung, KGSV, SR 520.31; Art. 11–16), und schliesslich im Bundesgesetz über den Bevölkerungsschutz und den Zivilschutz vom 4. Oktober 2002 (Bevölkerungs- und Zivilschutzgesetz, BZG, SR 520.1; Art. 3 Bst. e, Art. 8, Art. 46 Abs. 3 und Art. 71 Abs.2).

Weil Erdbeben keine vorhersehbaren Ereignisse darstellen und deren Schäden nicht Auswirkungen eines bewaffneten Konfliktes sind, können weder das Haager Abkommen noch das Kulturgüterschutzgesetz als genügende rechtliche Grundlagen herangezogen werden für den Schutz von Kulturgut gegen Erdbeben.

Im Gegensatz zu anderen Naturgefahren wie Lawinen oder Hochwasser räumt die Bundesverfassung jedoch dem Bund keine Kompetenz ein, welche es ihm erlauben, im Bereich des Kulturgüterschutzes gegen die Auswirkungen von Erdbeben zu legiferieren. Die Bundesverfassung erteilt dem Bund im Bereich des Kulturgüterschutzes und des Natur- und Heimatschutzes nur Förderungs- und Unterstützungskompetenzen. Bei Finanzhilfen im Bereich des Natur- und Heimatschutzes (Bundesgesetz über den Natur- und Heimatschutz vom 1. Juli 1966, NHG, SR 451) hat der Bund lediglich die Möglichkeit, diese mit Bedingungen und Auflagen zu verknüpfen, welche u.a. auch einen verbesserten Schutz gegen die Auswirkungen von Erdbeben beabsichtigen (Art. 13² NHG).

Empfehlung für die Gewährung von Finanzhilfen

Kulturgütern von nationaler Bedeutung werden Finanzhilfen nur gewährt, wenn eine Überprüfung der Erdbebensicherheit erfolgt ist und eine standardisierte Sicherstellungsdokumentation zum Objekt vorliegt.

Das Baurecht ist nach geltendem Verfassungsrecht Sache der Kantone. Um die Erdbebensicherheit der Bauwerke gesamtschweizerisch zu erhöhen, müsste demnach die Verfassung revidiert bzw. ergänzt werden. Eine von der Kommission für Umwelt, Raumplanung und Energie des Nationalrates (UREK-NR) selber eingereichte Parlamentarische Initiative, die eine solche Verfassungsänderung zum Gegenstand hatte, wurde von derselben Kommission am 18. November 2003 allerdings verworfen.

Anträge und finanzielle Auswirkungen der Massnahmen

Es werden folgende Massnahmen beantragt:

- Anwendung der definierten Standards in den zukünftigen Sicherstellungsdokumentationen und Einsatzplänen
- Überprüfung der mobilen und immobilen Kulturgüter von internationaler und nationaler Bedeutung auf ihre Erdbebengefährdung. Dabei wird mit jenen Objekten begonnen, die sich in den höheren Gefährdungszonen befinden
- Einrichtung einer Stelle bei der EPFL/ETHZ bzw. bei deren Expert Center für Denkmalpflege zur Erdbebenerforschung, Erdbebenertüchtigung und zum Prüfen von Verfahren bei Kulturgütern
- Aufbau einer KGS-Spezialistengruppe «Erdbeben und andere Naturkatastrophen» beim VBS, BABS, Fachbereich Kulturgüterschutz
- Schaffen der notwendigen Rechtsgrundlagen, welche für die Umsetzung dieser Massnahmen noch fehlen. Das UVEK erstattet einen Bericht, insbesondere über die Anpassung von Verordnungen
- Im Rahmen der Verordnung Elementarschadenversicherung wird die Möglichkeit geprüft, Kulturgüterobjekte auf nationaler Ebene gegen Erdbebenschäden zu versichern

Massnahme	Finanzen 2005 bis 2008	Verantwortung	Mittel	
			best.	neu
Standards Sicherstellungsdokumentationen		BABS (KGS), BAK	X	
Überprüfung der Kulturgüter von (inter-)nationaler Bedeutung auf Erdbebengefährdung	Fr. 100'000.–	BWG		X
Forschungsstelle an EPFL/ETHZ oder am Expert Center	Fr. 200'000.– pro Jahr	EPFL/ETHZ		X
Umnutzung von Schutzraumbauten		BABS (SI/KGS)	X	
Aufbau einer KGS-Spezialistengruppe, deren Mitglieder u.a. bei Erdbeben aufgeboden werden können		BABS (KGS)		X
Legiferierung der notwendigen Rechtsgrundlagen		UVEK, VBS, EDI		X
Versicherung Erdbebenschäden		BPV		X

Finanzielle und personelle Auswirkungen der Massnahmen

Im Budget der Koordinationsstelle des Bundes für Erdbebenvorsorge des BWG werden die Kosten (ca. 100'000 Franken pro Jahr) für die Beurteilung der Erdbebensicherheit der Kulturgüter von nationaler Bedeutung in den Gefährdungszonen 2, 3a und 3b gemäss SIA 261 aufgenommen. Ebenfalls einbezogen ist die Überprüfung der Erdbebensicherheit bei ca. 25 Restaurierungsobjekten.

Für die Forschung und Entwicklung sind Lösungen mit der ETHZ/EPFL oder mit dem dort angegliederten Expert Center für Denkmalpflege zu prüfen. Für die Aufgaben der vorgeschlagenen Forschungsstelle (vgl. S. 29) sollen ab 1. Januar 2005 200'000 Franken pro Jahr budgetiert werden. Diese Forschungsstelle wird eine Stelle umfassen.

Im finanziellen Mehraufwand von ca. 200'000 Franken pro Jahr sind auch Tätigkeiten eingeschlossen, welche von anderen Bundesämtern zusätzlich geleistet werden.

Eine zusätzliche Belastung ergibt sich allenfalls für das BABS:

- für die Standardisierung von Sicherstellungsdokumentationen (vgl. S. 28) durch das BABS (KGS)
- für Grundlagen zur Erstellung von Katastrophen- und Einsatzplänen (vgl. S. 31) durch das BABS (KGS)

Glossar

- **BABS**
Bundesamt für Bevölkerungsschutz, 3003 Bern.
- **BAK**
Bundesamt für Kultur, 3003 Bern.
- **Bemessung**
Festlegen der Abmessungen, der Baustoffe (inkl. ihrer Eigenschaften) und der konstruktiven Durchbildung eines Bauwerks auf der Basis von konstruktiven oder ausführungstechnischen Betrachtungen bzw. von rechnerischen Nachweisen.
- **Bemessungserdbeben**
Erdbeben einer gewissen Stärke, dessen Auswirkungen als Bemessungsgrösse verwendet werden.
- **Bemessungsintensität**
Intensität des Bemessungserdbebens.
- **BPV**
Bundesamt für Privatversicherungen, 3003 Bern.
- **BWG**
Bundesamt für Wasser und Geologie, 2501 Biel.
- **EDI**
Eidg. Departement des Innern, 3003 Bern.
- **EMS-Skala**
Europäische Makroseismische Skala. In Europa seit 1998 gebräuchliche zwölfstufige Skala, von I bis XII, der Intensität eines Erdbebens (ersetzt die frühere nach Medvedev, Sponheuer und Karnik benannte MSK-Skala).
- **EPFL**
Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne.
- **Epizentralintensität**
Maximum der Intensität eines Erdbebens. Tritt typischerweise in der Nähe des Epizentrums auf.
- **Epizentrum**
Punkt auf der Erdoberfläche über dem Mittelpunkt der Bruchzone des Erdbebens.
- **Erdbebenbemessung**
Bemessung eines Bauwerkes für das Bemessungserdbeben.
- **Erdbebenertüchtigung**
Verbesserung der Erdbebensicherheit eines bestehenden Bauwerkes durch bauliche Massnahmen.
- **Erdbebengefährdung**
Mass dafür, wie häufig an einem bestimmten Ort eine bestimmte Erdbebenstärke erreicht oder überschritten wird.
- **Erdbebengefährdungszone**
Siehe Erdbebenzone.
- **Erdbebenrisiko**
Das Erdbebenrisiko setzt sich grundsätzlich aus drei Faktoren zusammen: Erdbebengefährdung mal Verletzbarkeit der Bauwerke mal Schadenwert der exponierten Personen und Güter. Wird meist pro Jahr angegeben.

- **Erdbebensicherheit**
Ausreichende Tragsicherheit und Gebrauchstauglichkeit sowie ausreichende Einhaltung der konstruktiven und konzeptionellen Massnahmen für Erdbebeneinwirkung gemäss SIA-Tragwerksnormen.
- **Erdbebensicherung**
Verbesserung der Erdbebensicherheit eines Bauwerkes durch bauliche Massnahmen.
- **Erdbebenzone**
Geographisches Gebiet mit konstantem Bemessungserdbeben. Gemäss der Norm SIA 261 ist die Schweiz in vier Erdbebenzonen eingeteilt.
- **Erdruste**
Oberster Bereich der Lithosphäre. Im Bereich der Kontinente 20-70 km und im Bereich der Ozeane etwa 10 km dicke oberste Erdschicht mit festen Gesteinen.
- **ETHZ**
Eidgenössische Technische Hochschule Zürich.
- **Herdtiefe**
Tiefe eines Erdbebens (in Kilometern) unter der Erdoberfläche.
- **Intensität**
Auf der Beobachtung der Auswirkungen beruhendes Mass für die lokale Zerstörungskraft eines Erdbebens. In Europa wird dafür die zwölfstufige EMS-Skala verwendet.
- **KGS**
Kulturgüterschutz (allgemein) sowie Fachbereich KGS im BABS, 3003 Bern.
- **KSEV**
Koordinationsstelle Erdbebenvorsorge, c/o BWG, 2501 Biel.
- **Kulturgut**
Bau- und Kulturdenkmäler, historische Stätten, archäologische Grabungszonen, Bilder, Archivalien, Geräte, Industriedenkmäler etc. (vgl. auch Definition S. 10 im vorliegenden Bericht).
- **Lithosphäre**
Oberste, etwa 100 km dicke Schale der Erdkugel. Die Erdoberfläche besteht aus grösseren und kleineren Platten. Diese haben sich im Laufe der Erdgeschichte gegeneinander verschoben und bewegen sich auch heute noch wenige Zentimeter pro Jahr.
- **Magnitude**
Mass für die im Erdbebenherd freigesetzte Energie. Üblicherweise wird dafür die logarithmische Richterskala verwendet.
- **Makroseismik**
Nichtinstrumentelle Beschreibung der Auswirkungen eines Erdbebens.
- **PLANAT**
Nationale Plattform Naturgefahren, c/o Bundesamt für Wasser und Geologie, 2501 Biel.
- **SED**
Schweizerischer Erdbebendienst, ETH Zürich, Höggerberg, 8093 Zürich.
- **Seismische Gefährdung**
Siehe Erdbebengefährdung.
- **Seismizität**
Siehe Erdbebengefährdung.
- **Seismologie**
Seismologie ist die Lehre von Erdbeben und der Entstehung und Ausbreitung seismischer Wellen durch und über die Erde. Ein Seismologe ist ein Wissenschaftler, der Erdbeben und seismische Wellen untersucht.

- **SI**
Abt. Schutzinfrastruktur im BABS, 3003 Bern.
- **SIA**
Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein, 8039 Zürich.
- **SIA-Tragwerksnormen**
Die SIA-Tragwerksnormen enthalten die Regeln für die Projektierung, Berechnung und Bemessung von Bau- und Tragwerken. Sie umfassen folgende Normen: Norm SIA 260: Grundlagen der Projektierung von Tragwerken, Norm SIA 261: Einwirkungen auf Tragwerke, Norm SIA 262: Betonbau, Norm SIA 263: Stahlbau, Norm SIA 264: Stahl-Beton-Verbundbau, Norm SIA 265: Holzbau, Norm SIA 266: Mauerwerk, Norm SIA 267: Geotechnik.
- **Sicherstellungsdokumentationen**
Systematische Erstellung oder Ergänzung von Fotos, Plänen fotogrammetrischen Aufnahmen usw. mit dem Ziel, den Wiederaufbau eines zerstörten oder teilzerstörten Kulturguts zu ermöglichen.
- **Standards**
Allgemein verbindliche Regeln für den Aufbau der Sicherstellungsdokumentation.
- **Tektonik**
Lehre vom Bau der Erdkruste und der Kräfte und Bewegung, die den Aufbau der Kruste verändern.
- **Tragsicherheit**
Fähigkeit eines Tragwerks und seiner Bauteile, die Gesamtstabilität sowie einen für die anzunehmenden Einwirkungen ausreichenden Tragwiderstand entsprechend einer festgelegten, erforderlichen Zuverlässigkeit zu gewährleisten.
- **Tragwerk**
Gesamtheit der Bauteile und des Baugrunds, die für das Gleichgewicht und die Form-erhaltung eines Bauwerkes notwendig ist.
- **UVEK**
Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation, 3003 Bern.
- **VBS**
Eidg. Departement für Verteidigung, Bevölkerungsschutz und Sport, 3003 Bern.
- **Verletzbarkeit**
Schadenanfälligkeit von Bauwerken bei unterschiedlicher Erdbebenstärke.
- **Wiederkehrperiode**
Zeitdauer innerhalb der bei sehr langer Beobachtungsdauer eine gewisse Erdbebenstärke im Mittel einmal erreicht oder überschritten wird.

Literatur

- Bachmann, Hugo:** Erdbebengerechter Entwurf von Hochbauten – Grundsätze für Ingenieure, Architekten, Bauherren und Behörden. Richtlinien des BWG, Bern 2002.
- Bachmann, Hugo:** Erdbebensicherung von Bauwerken. 2. Auflage, Birkhäuser Verlag, Basel 2002.
- Bundesamt für Bevölkerungsschutz:** Fachbereich Kulturgüterschutz (Hrsg.): KGS-Forum – Zeitschrift für den Kulturgüterschutz (1–2 x jährlich). Bern 2001ff.
- Bundesamt für Bevölkerungsschutz:** (Hrsg.): KATARISK, Bern 2003.
- Bundesamt für Zivilschutz:** (Hrsg.): KATANOS – Katastrophen und Notlagen in der Schweiz, Bern 1995.
- Carmenati, Francesco:** Faktoren und Risikoanalyse sowie zu treffende vorsorgliche Schutzmassnahmen für mobile Kulturgüter in Archiven und Bibliotheken im Falle eines Erdbebens. Università degli Studi di Siena, Siena 2002.
- Deichmann, Nicolas und Fäh, Donat:** Das nächste Erdbeben kommt bestimmt. Presseartikel des Schweizerischen Erdbebendienstes ETH, erstellt im Auftrag der Schweizer Gesellschaft für Erdbebeningenieurwesen und Baudynamik (SGEB), 1999.
- Eidgenössische Kommission für Denkmalpflege:** Erdbebensicherheit bei Baudenkmalern. Tec21 (Schweizer Ingenieur-Norm SIA 260: Grundlagen der Projektierung von Tragwerken. Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein, Zürich 2003.
- Grünthal G., Musson R.M.W., Schwarz J., Stucchi M.:** European Macroseismic Scale 1998 (EMS-98). Cahiers du Centre Européen de Géodynamique et de Séismologie, Vol. 15, Conseil de l'Europe, Luxembourg 1998.
- KGS Forum 4/2004:** BABS, Fachbereich KGS (Hrsg.), Schwerpunktthema: Erdbeben und Kulturgüter.
- Knechtli, Peter:** Ein Erdbeben könnte Basel von der Landkarte verbannen. Online-Reports.ch, 1995.
- Koenig, Martin A.:** Geologische Katastrophen und ihre Auswirkungen auf die Umwelt. Vulkane, Erdbeben, Bergstürze. Thun 1984.
- Münster, Sebastian:** Cosmographie, Basel 1545.
- Norm SIA 261:** Einwirkungen auf Tragwerke. Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein, Zürich 2003.
- Pfister, Franz:** Gutachten über den baulichen Zustand der Kirche (Pfarrkirche Sarnen) nach dem Erdbeben vom 17. Februar 1964.
- Robinson, Andrew:** Erdgewalten. Erdbeben, Unwetter und andere Katastrophen. Köln 1994.
- Sägesser R., Mayer-Rosa D.:** Erdbebengefährdung in der Schweiz. Schweizerische Bauzeitung, Nr. 7, Zürich 1978.
- Schneider J., Kölz E., Bürge M.:** Beurteilung der Erdbebensicherheit eidgenössischer Bauwerke. Bundesamt für Wasser und Geologie, Biel 2002.
- Schweizer Gesellschaft für Erdbeben-Ingenieurwesen und Baudynamik (SGEB):** Handlungsbedarf von Behörden, Hochschulen, Industrie und Privaten zur Erdbebensicherung der Bauwerke in der Schweiz. Dokumentation D 0150, Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein, Zürich 1998.

- Schweizerischer Erdbebendienst:** Erdbebenkatalog der Schweiz (ECOS). SED, ETH Zürich 2002.
- Schweizerisches Inventar der Kulturgüter** von nationaler und regionaler Bedeutung, Bern 1995.
- Stadlin, Daniel:** Sicherstellungsdokumentation. KGS Guidelines Nr. 2, BABS, Fachbereich KGS, Bern 2005 (stand der Arbeitsgruppe als Entwurf 2004 zur Verfügung).
- Strasser, Beat:** Sicherstellung und Erdbebenertüchtigung von Baudenkmalern. Anforderungen an Sicherstellungsdokumentationen vom 14. Mai 2003, Bern 2003.
- Weidmann, Markus:** Erdbeben in der Schweiz. In Zusammenarbeit mit dem Schweizerischen Erdbebendienst. Chur 2002.
- Wenk T., Dazio A., Hertelendy P., Zimmerli D:** Das Erdbeben in Italien vom 26. September 1997. Schweizer Ingenieur und Architekt. Vol. 115. Nr. 44, Zürich 1997.
- Wenk, T.:** Beurteilung der Erdbebensicherheit der Pfarrkirche St. Peter und Paul in Sarnen. Interner Bericht vom 27. November 2002 an das Bundesamt für Wasser und Geologie, Zürich 2002.
- Wenk, T.:** Beurteilung der Erdbebensicherheit der Kathedrale Saint-Nicolas in Fribourg. Interner Bericht vom 27. Januar 2003 an das Bundesamt für Bevölkerungsschutz, Zürich 2003.
- Wenk T., Lestuzzi P.:** Erdbeben. Grundlagen der Projektierung von Tragwerken, Einwirkungen auf Tragwerke, Einführung in die Normen SIA 260 und 261. Dokumentation D 0181, Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein, Zürich 2003.

Rasterblatt BWG, Stufe 1

Bundesamt für Wasser und Geologie
Koordinationsstelle Erdbebenvorsorge

Erfassung des Erdbebenrisikos für Gebäude Inventarisierung Stufe 1

Bauwerk Code

Standort

Standort Akten Ansprechpartner

Telefon

Mögliche Folgen eines Gebäudeeinsturzes:

Verschüttung:

- Keine Auswirkung
- Geringe Auswirkung
- Schwere Auswirkung

Funktionsausfall:

- Keine Funktion
- Öffentlicher Verkehr
- Logistik
- Krankenhaus

- Kommunikation
- Energieversorgung
- Rettungseinheit
-

Klassierung nach Konsequenzen, Schadenausmass:

Funktionsklasse: AIF

- FK I 1
- FK II 2
- FK III 5

$$ADP = 0.1 \cdot \boxed{\dots} \cdot \boxed{\dots} / 24 \cdot \boxed{\dots} / 7 = \boxed{\dots}$$

$$ADS = \boxed{\dots} \quad AZPS = (ADS + ADP) \cdot AIF = \boxed{\dots}$$

Erdbebenzone, Planungsjahr

	WEP				Baugrund	WB
	1	2	3a	3b		
Erdbebenzone:	1	2	3a	3b	Gut	1
Planungsjahr: vor 1970	3	6	15	30	Durchschnittlich	2
1970 bis 1989	2	4	8	15	Schlecht	4
nach 1989	1	1	1	1		

$$WEPB = WEP \cdot WB = \boxed{\dots}$$

Tragwerk:

Aussteifung Grundriss	WG	Aussteifung Aufriss	WA
Günstig	0	Stetig	0
Ungünstig	2	Unstetig	2
Fehlende Aussteifung	5	Soft Storey	5
Aussteifungsweise	WW	Konzept im Grundriss	WK
Kern, Wände	0	Kompakt	0
Verschiebliche Rahmen	1	Verwinkelt oder länglich	1
Fachwerke	2		
Rahmen mit Füllwänden	2 bis 4		
Gemischte Systeme	3		
Bauweise, Duktilität	WD	Foundation	WF
Stahlbeton, Stahl, Verbund	0	Flächenhaft	0
Bewehrtes Mauerwerk	2	Einzelgründung	1
Vorfabrikation, Holz	3		
Mauerwerk, unbewehrter Beton	3 + n		

$$WBAU = (1 + WG + WA + WW + WK + WD + WF) = \boxed{\dots}$$

Besondere Bemerkungen:

$$WZ = WEPB \cdot WBAU = \boxed{\dots}$$

.....

$$RZPS = AZPS \cdot WZ = \boxed{\dots}$$

.....

Beurteilung auf Grund von:

- Begehung
- Plänen
- Photos

Für die Aufnahme:

Datum:

Stempel

Unterschriften

Anpassung Rasterblatt BWG, Stufe 1

Erfassung der Erdbebengefährdung von historischen Sakralbauten Inventarisierung der Stufe 1

Bauwerk *Pfarrkirche St. Peter und Paul* Code

Standort *Sarnen OW*

Standort Akten Ansprechpartner

Bedeutung des Kulturgutes

Klassierung nach Schadenausmass:

$$ADP = 0,1 \cdot 300 \cdot 1 / 24 \cdot 1 / 7 = 1$$

$$ADS = 17$$

$$AZPS = (ADS + ADP) = 18$$

Erdbebenzone, Planungsjahr	WEP				Baugrund	WB
	1	2	3a	3b		
Erdbebenzone:	1	2	3a	3b	Gut	1
Planungsjahr: vor 1970	3	6	15	30	Durchschnittlich	2
1970 bis 1989	2	4	8	15	Schlecht	4
nach 1989	1	1	1	1		

$$WEPB = WEP \cdot WB = 24$$

Tragwerk:

Aussteifung Grundriss	WG	Türme, Fialen	WT
Günstig	0	Keine	0
Ungünstig	2	Gedrungene	2
Fehlende Aussteifung	5	Schlanke	5
Gewölbekonstruktion	WE	Konzept im Grundriss	WK
Keine	0	Kompakt	0
Mit Zugstangen	2	Verwinkelt oder länglich	1
Ohne Zugstangen	3		
Besonders schlanke	4		
Bauweise	WU	Fundation	WF
Mauerwerk aus:		Flächenhaft	0
- Naturstein (grosse Blöcke)	2 + n	Einzelgründung	1
- Back- und Kunststein	3 + n		
- Bruch- und Bollenstein	4 + n		
Holz inkl. Fachwerke	3		

$$WBAU = (1 + \overset{0}{WG} + \overset{2}{WT} + \overset{2}{WE} + \overset{0}{WK} + \overset{7}{WU} + \overset{1}{WF}) = 13$$

Besondere Bemerkungen: $WZ = WEPB \cdot WBAU = 312$

..... $RZPS = AZPS \cdot WZ = 5616$

Historische Erdbeben im Jahre: 1964 Intensität: VII Schadengrad: 2

Datum: 11.11.03 Name: Wenk

Liste der historischen Erdbeben mit Intensität VI oder grösser in der Schweiz

Jahr	Monat	Tag	Y-Koord.	X-Koord.	Lokalität	Magnitude (Mw)	Epizentrale Intensität (I _o)
250	0	0	619694	261060	Kaiseraugst (Augusta Raurica)	6,9	IX
1295	9	4	760103	183856	Churwalden	6,5	VIII
1356	10	18	612148	266599	Basel	6,2	VII – VIII
1356	10	18	612167	257371	Basel	6,9	IX
1416	7	21	611393	267710	Basel	4,2	VI
1428	12	13	612152	264709	Basel	5,0	VII
1498	9	3	599567	149854	Zweisimmen	4,2	VI
1504	3	0	810074	184665	Ardez	5,0	VII
1524	4	0	586999	124300	Ardon	6,4	VIII
1569	8	6	611319	267265	Basel	4,7	VI
1572	6	1	611393	267710	Basel	5,0	VII
1584	3	11	563683	131399	Aigle	6,4	VII
1584	3	14	564675	129948	Aigle	4,7	VI
1593	11	15	548919	205658	Neuchâtel	4,2	VI
1601	9	18	670179	196956	Unterwalden	6,2	VII
1610	11	29	611393	267710	Basel	5,0	VII
1622	8	3	812969	189216	Ftan	5,0	VII
1650	9	21	606879	266591	Basel	5,6	VI
1685	3	8	614749	125416	Ober-Wallis	6,1	VI
1720	12	20	749973	265154	Arbon	4,6	VI
1721	7	3	612166	257704	Aesch	5,3	VI
1729	1	13	614655	164324	Frutigen	5,6	VI
1736	6	12	613672	258819	Aesch	5,5	VI
1754	9	19	580821	120982	Haut de Cry, Daillon	4,7	VI
1755	12	9	641695	129988	Brig, Naters	6,1	VIII
1770	3	20	580370	147997	Château-d'Oex	5,7	VI
1771	8	11	740053	270471	Niedersommeri	5,4	VI
1774	9	10	693912	189499	Altdorf	5,9	VII
1775	1	23	684760	189362	Uri-Rotstock, Altdorf	4,7	VI
1777	2	7	664872	194673	Wisserlen, Kerns	5,1	VII
1777	3	25	661119	189074	Sachsln	4,2	VI
1777	3	27	661824	194640	Sarnen	4,2	VI
1785	11	18	807444	172337	Zernez	4,7	VI
1795	12	6	749891	229562	Wildhaus	5,3	VII
1796	4	20	749891	229562	Grabs	5,3	VII
1835	10	29	739668	254892	Abtwil	4,6	VI
1837	1	24	640696	129648	Birgisch	5,7	VII
1846	8	17	534646	180227	Method, Yverdon-les-Bains	5,5	VI
1855	7	25	631735	119923	Törbel	6,4	VIII
1855	7	26	634050	119935	Stalden, Visp	5,6	VII
1855	7	26	629421	119911	Stalden, Visp	5,2	VI

Jahr	Monat	Tag	Y-Koord.	X-Koord.	Lokalität	Magnitude (Mw)	Epizentrale Intensität (I _o)
1855	7	28	629410	122134	Stalden, Visp	5,2	VII
1855	8	24	634037	122158	Stalden, Visp	5,4	VI
1855	10	28	636891	122175	Stalden, Visp	4,8	VI
1855	11	6	637135	119953	Stalden	4,9	VI
1857	8	27	814654	184827	Tarasp-Funtana	4,6	VI
1867	12	10	587184	209899	Bargen, Aarberg	4,0	VI
1876	4	2	562837	205554	Neuchâtel	4,5	VI
1876	5	7	528213	172518	Orbe	4,3	VI
1877	5	2	706965	239754	Hinwil	4,4	VI
1880	7	4	627883	118792	Embd	5,2	VI
1880	9	19	580491	185126	Fribourg	4,2	VI
1880	9	21	580491	185126	Fribourg	4,5	VI
1881	1	27	604676	194323	Bern	5,0	VII
1881	11	18	750119	229568	Gams	5,0	VI
1885	4	13	595504	157638	Zweisimmen	5,0	VI
1898	2	22	535980	183547	Ste-Croix, Yverdon	4,6	VI
1898	5	6	618494	160999	Kandersteg	4,8	VII
1898	6	14	756412	220833	Sevelen, Buchs	4,4	VI
1905	4	29	558338	104420	Lac d'Emsoson	5,7	VII – VIII
1905	12	25	755792	186342	Domat/Ems	4,8	VI
1905	12	26	751779	194023	Tamins	5,1	VI
1910	5	26	602365	258804	Metzerlen	4,8	VI
1915	8	25	570718	105459	Martigny	4,9	VI
1917	12	9	779842	148091	Silvaplana	5,0	VI
1924	4	15	640170	127754	Brig	5,5	VI
1925	1	8	519860	177071	Ballaigues	5,0	VI
1929	3	1	545069	175675	Bioley-Magnoux	5,3	VII
1933	8	12	551120	167840	Moudon	5,0	VII
1946	1	25	597025	133180	Ayent	6,1	VIII
1946	1	26	599334	125398	Ayent	5,2	VI
1946	5	30	598332	127622	Ayent	6,0	VII
1954	5	19	590084	125406	Mayens de My, Daillon	5,4	VI
1960	3	23	644735	135568	Brig	5,3	VIII
1964	2	17	663139	192764	Flüeli	5,0	VII
1964	3	14	666970	191027	Alpnach	5,7	VII
1971	9	29	719967	194968	Vorstegstock, Linthal	5,1	VI
1991	11	20	759611	177657	Vaz	4,6	VI

Quelle: ECOS – SED 2003, Jahre 250 bis 2000

Abbildungsnachweis

Abbildung 1: Eidg. Archiv für Denkmalpflege

Abbildung 2: T. Wenk, Zürich

Abbildung 3: P. Smith NAZ, Zürich

Abbildung 4: ECOS-SED Zürich

Abbildung 5: Universitätsbibliothek Basel

Abbildung 6: SED Zürich

Abbildung 7: Fotopress, Zürich

Abbildung 8: G. Croci, Rom

Abbildung 9: Foto Reinhard, Sachseln

Abbildung 10: Landesarchiv Glarus

Abbildung 11: Kant. Denkmalpflege Zug, D. Stadlin

Abbildung 12: Kant. Denkmalpflege Zug, A. Ottiger

Kurzvorstellung Arbeitsgruppe



Dr. Hans Laupper (Vorsitz)

Landesarchivar und Landesbibliothekar des Kantons Glarus, Mitglied Schweizerisches Komitee für Kulturgüterschutz



Rino Büchel

Chef Kulturgüterschutz (KGS),
Bundesamt für Bevölkerungsschutz



Dr. Olivier Lateltin

Leiter Sektion Geologische Risiken,
Bundesamt für Wasser und Geologie



Dr. Pierino Lestuzzi

Ecole Polytechnique Fédérale Lausanne
EPFL



Hans Schüpbach

KGS, Information und Internationales,
Bundesamt für Bevölkerungsschutz



Stefan Thurnherr

Managing Director,
VZ Insurance Services AG, Zürich



Dr. Thomas Wenk

Wenk Erdbebeningenieurwesen und
Baudynamik GmbH, Zürich



Ivo Zemp

Bundesamt für Kultur, Mitglied Schweizerisches
Komitee für Kulturgüterschutz

Bis 2002: Prof. Eugen Bruehwiler, Ecole Polytechnique Fédérale Lausanne EPFL

Bis 2003: Cécile Gagnebin-Bang, Restauratorin, Mitglied Schweizerisches
Komitee für Kulturgüterschutz



